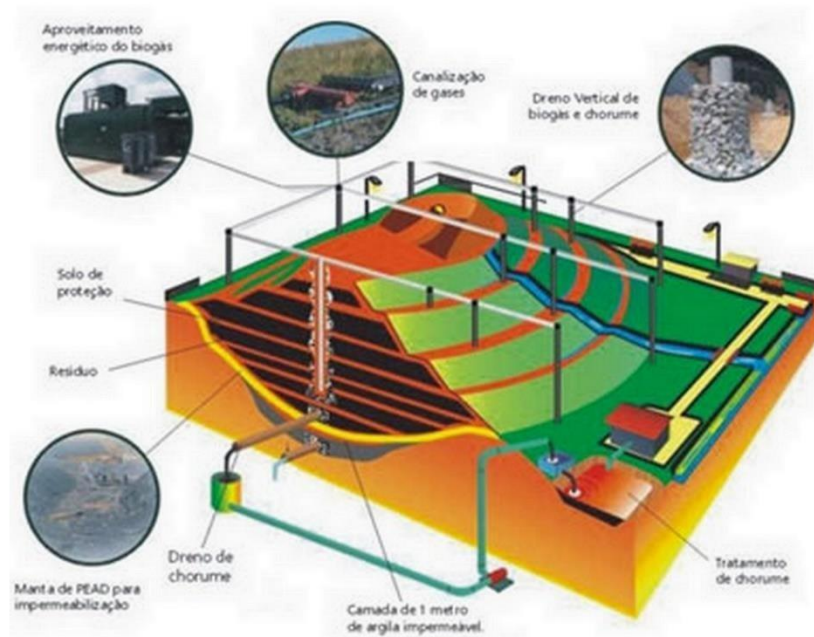


CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO PONTAL DO PARANAPANEMA - CIPP



PROJETO EXECUTIVO ATERRO SANITÁRIO VOLUME I - MEMORIAL DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO

JANEIRO - 2019

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO PONTAL DO PARANAPANEMA - CIPP

CNPJ n.º 18.511.710/0001-41
Rua João Diniz Alvim, n.º 180 – Jardim das Flores
CEP: 19.200-000 Telefone: (18) 3269-9900
Pirapozinho – São Paulo – Brasil

CONSULTORIA CONTRATADA



PROJECTA ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA EPP

CNPJ n.º 14.033.243/0001-30

Avenida Brasil, 1.198, Sala 401 – Centro

CEP: 17780-000 Telefone: (18) 9923 8833

Lucélia – São Paulo – E-mail:

planejamento@projectaassessoria.com.br

EQUIPE TÉCNICA:

Rodolfo D. Serraglio

Engenheiro Ambiental

CREA SP – 5063939616

SUMÁRIO

1. MEMORIAL DESCRITIVO.....	9
1.1 INFORMAÇÕES SOBRE OS RESÍDUOS A SEREM DISPOSTOS NO ATERRO SANITÁRIO.....	9
1.1.1. ORIGEM, QUALIDADE E QUANTIDADE, FREQUÊNCIA E HORÁRIO DE RECEBIMENTO.....	9
1.2. MASSA ESPECÍFICA DOS RESÍDUOS.....	10
1.3. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DESTINADO AO ATERRO SANITÁRIO.....	10
1.3.1 CRITÉRIOS BÁSICOS PARA SELEÇÃO DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO.....	10
1.3.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA.....	14
1.3.3 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA.....	15
1.3.4 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA.....	15
1.4 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA DO PROJETO.....	18
1.5. DESCRIÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO PROJETO.....	19
1.5.1 SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL.....	19
1.5.2 SISTEMA DE DRENAGEM E REMOÇÃO DE PERCOLADO.....	20
1.5.3. SISTEMA DE TRATAMENTO DO PERCOLADO.....	21
1.5.4. IMPERMEABILIZAÇÃO INFERIOR E/OU SUPERIOR.....	22
1.5.5. SISTEMA DE DRENAGEM DE GÁS.....	23
1.5.7. ISOLAMENTO E SINALIZAÇÃO.....	24
1.5.8. CORTINA VEGETAL.....	25
- PRÉ-PLANTIO.....	26
- PLANTIO.....	27
- PÓS-PLANTIO (MANUTENÇÃO).....	30
- MONITORAMENTO DA RECUPERAÇÃO.....	30

1.6. OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO.....	31
1.6.1. ACESSOS INTERNOS E EXTERNOS DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO	31
1.6.2. PREPARO DO LOCAL DE DISPOSIÇÃO.....	31
1.6.3. TRANSPORTE E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	32
1.6.4. SEQUÊNCIA DE PREENCHIMENTO.....	33
1.6.5. EQUIPAMENTOS A SEREM UTILIZADOS NA OPERAÇÃO DO ATERRO	34
1.6.6. CAMADAS DE RESÍDUOS E CAMADAS DE COBERTURA	34
1.6.7. EMPRÉSTIMO DE MATERIAL PARA COBERTURA	35
1.6.8. CONTROLE TECNOLÓGICO	35
1.6.10. PLANO DE CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA.....	38
1.7. USO FUTURO DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO.....	40
2. MEMORIAL TÉCNICO	40
2.1. CÁLCULO DOS ELEMENTOS DO PROJETO	40
2.1.1. DIMENSIONAMENTO DAS TRINCHEIRAS.....	40
2.1.2. VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO.....	45
2.1.3. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL.....	47
2.1.4. SISTEMA DE DRENAGEM E REMOÇÃO DE PERCOLADO	51
2.1.5 SISTEMA DE DRENAGEM DE GÁS.....	54
2.1.6 SISTEMA DE TRATAMENTO DE PERCOLADO.....	54
3. ESTIMATIVA DE CUSTOS DA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO	65
MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	67
4. FOLHA DE ASSINATURAS.....	73

5. REFERÊNCIAS74

Tabela 01 – Índices estimativos de geração per capita de resíduos sólidos urbanos, adotados em função da faixa populacional	9
Tabela 02 – Critérios básicos para seleção da área do aterro sanitário	11
Tabela 03 – Excedentes hídricos ocorridos entre 1984 e 2008.	16
Tabela 04 – Balanço hídrico do ano de 1995.....	16
Tabela 05 – Características da geomembrana PEAD.....	23
Tabela 06 – Identificação telefônica.....	39
Tabela 07 – Estimativa populacional e produção de resíduos sólidos para o ano de 2017.....	40
Tabela 08 – Estimativa de vida útil do aterro sanitário.....	46
Tabela 09 – Média de excedente hídricos	53

Figura 01 – Croqui da área do aterro sanitário com relação a vizinhança.	15
Figura 02 – Área do aterro sanitário e o seu entorno.....	18
Figura 03 – Canaleta de drenagem principal	19
Figura 05 – Modelo da instalação da drenagem de percolado	21
Figura 06 – Detalhes do dreno de gás	24
Figura 07 – Modelo de placa.....	25
Figura 08 – Forma de plantio da cortina vegetal	26
Figura 09 – Sequência de preenchimento de uma trincheira	33
Figura 10 – Grama em placas e forma de plantio	34
Figura 11 – kit para análise de biogás	37
Figura 12 – Imagem do Software Pluvio 2.1	48
Figura 13 – Dimensionamento do coletor principal da malha de drenagem	49

1. MEMORIAL DESCRITIVO

1.1 INFORMAÇÕES SOBRE OS RESÍDUOS A SEREM DISPOSTOS NO ATERRO SANITÁRIO

1.1.1. ORIGEM, QUALIDADE E QUANTIDADE, FREQUÊNCIA E HORÁRIO DE RECEBIMENTO

Origem – Os resíduos a serem dispostos no aterro sanitário serão originários dos municípios de Pirapozinho, Narandiba, Sandovalina. Serão dispostos no aterro sanitário, resíduos sólidos domiciliares e comerciais classificados como Classe II – A conforme NBR 10.004/2004.

Qualidade – Os resíduos domiciliares e comerciais ficam enquadrados nas Classes II – Não Perigosos (Resíduos Classe II A - não inertes e II B – inertes) segundo a classificação da Norma NBR 10.004/04 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Quantidade diária e mensal – Segundo o Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (2014), a geração per capita de resíduos sólidos urbanos para municípios com até 25.000 habitantes é de 0,7 Kg/hab/dia e para municípios com 25.001 até 100.000 habitantes é de 0,8 Kg/hab/dia, conforme demonstra a tabela a seguir:

Tabela 01 – Índices estimativos de geração per capita de resíduos sólidos urbanos, adotados em função da faixa populacional

Faixa populacional (hab)	Número de municípios	Geração(kg/hab/dia)
Municípios até 25.000	449	0,7
Municípios de 25.001 até 100.000	122	0,8
Municípios de 100.001 até 500.000	65	0,9
Municípios com mais de 500.000	9	1,1

Fonte: Elaborado por SMA/CPLA e CETESB (2013).

Visando facilitar o memorial de cálculo serão adotados os índices de geração per capita acima citados, atualizando ano a ano a população de cada município em função do seu crescimento populacional, e, além do mais, os municípios não possuem dados reais sobre a geração de resíduos sólidos urbanos. A geração total de resíduos sólidos bem como a evolução populacional podem ser vistas no item 2.1.2 deste projeto.

Frequência e horário de recebimento – O aterro sanitário receberá os resíduos sólidos de segunda a sábado, com horários entre 08h00min horas e 17h00min horas.

1.2. MASSA ESPECÍFICA DOS RESÍDUOS

A densidade dos resíduos compactados é utilizada para o cálculo da vida útil e dimensionamento do aterro, além de proporcionar a avaliação da eficiência do processo de compactação utilizado.

Segundo Abreu (2000) os resíduos sólidos urbanos podem apresentar o seguinte peso específico:

- Resíduos soltos: 1,5 a 3,5 KN/m³
- Resíduos medianamente densos: 3,5 a 6,5 KN/m³
- Resíduos densos 6,5 a 14 KN/m³

Para que o aterro tenha uma vida útil considerável será necessário a utilização de trator de esteiras para compactação dos resíduos após dispostos na trincheira. Deverá ser utilizado trator de esteiras com peso operacional de no mínimo 16 T para que se alcance uma massa específica de 0,9 T/m³ ou 900 Kg/m³ (8,82 KN/m³ - peso específico) dos resíduos no interior da trincheira.

1.3. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DESTINADO AO ATERRO SANITÁRIO

1.3.1 CRITÉRIOS BÁSICOS PARA SELEÇÃO DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

A área está situada na zona rural no município de Tarabai as margens da Rodovia Estadual SP 425 e encontra-se a 11,8 Km do centro do município de Pirapozinho, a 29,2 Km do centro do município de Sandovalina, e a 10,2 Km do município de Narendiba. O aterro está localizado na bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22).

Apesar da escolha da área já estar definida, é possível utilizar uma matriz de avaliação locacional, tornando possível a qualificação da área para a finalidade a que foi destinada. Abaixo estão relacionados os critérios considerados, a respectiva pontuação para o atendimento total, parcial ou não atendimento do critério, sendo assinalada as opções em que o aterro sanitário do consórcio se enquadra:

Tabela 02 – Critérios básicos para seleção da área do aterro sanitário

Localização	Pontuação máxima de 50 pontos
Dentro do município	→ 50 pontos
Fora do município	0 pontos
Vida Útil	Pontuação máxima de 50 pontos
Acima de 15 anos	→ 50 pontos
Entre 15 e 10 anos	30 pontos
Entre 10 e 05 anos	0 pontos
Uso da Área	Pontuação máxima de 100 pontos
Área sem uso definido	100 pontos
Área dedicada à pastagem	→ 50 pontos
Área dedicada à agricultura	30 pontos
Área dedicada à Indústria	20 pontos
Área urbanizada	0 pontos
Titulação da Área	Pontuação máxima de 50 pontos
Propriedade da municipalidade	→ 50 pontos
Propriedade de instituições	30 pontos
Propriedade de particular	10 pontos
Preço da Terra	Pontuação máxima de 50 pontos
Sem custo para o município	50 pontos
Preço abaixo da média do mercado	40 pontos
Preço na média do mercado	→ 30 pontos
Preço acima da média do mercado	10 pontos
Material de Cobertura	Pontuação máxima de 200 pontos
Material disponível no local	→ 200 pontos
Material disponível no raio de 10 km	100 pontos

Material disponível a mais de 10 km	50 pontos
Vias de Acesso	Pontuação máxima de 200 pontos
<i>Condições Gerais</i>	<i>Total de Pontos: 100 pontos</i>
Via Ampla	→ 50 pontos
Via Pavimentada	50 pontos
<i>Exigência de Melhorias</i>	<i>Total de Pontos: 50 pontos</i>
Via atual em boas condições	→ 50 pontos
Via atual necessitando de melhorias	30 pontos
Via Inexistente	0 pontos
<i>Condições Geométricas</i>	<i>Total de Pontos: 50 pontos</i>
Via sem rampas fortes	→ 50 pontos
Via com rampas suaves	30 pontos
Via com rampas médias	10 pontos
Via muito íngreme	0 pontos
Condições Climatológicas	Pontuação máxima de 100 pontos
Direção dos ventos afeta núcleos urbanos	0 pontos
Não afeta os núcleos urbanos	→ 100 pontos
Distância de Transporte dos Resíduos	Pontuação máxima de 100 pontos
Menor do que 10 km	100 pontos
Entre 10 e 20 km	50 pontos
Maior do que 20 km	→ 0 pontos
Disponibilidade de Infraestrutura	Pontuação máxima de 100 pontos
Serviço de água	40 pontos
Serviço de esgoto	30 pontos
Luz e força	→ 20 pontos
Telefone	10 pontos

Permeabilidade do Solo no Local	Pontuação máxima de 100 pontos
Baixa (< 10E-7 cm/s)	100 pontos
Média (entre 10E-3 e 10E-7 cm/s)	→ 50 pontos
Muito permeável	0 pontos
Existência de Nascentes no Local	Pontuação máxima de 50 pontos
Sem nascentes	→ 50 pontos
Poucas nascentes e com pouca vazão	30 pontos
Muitas nascentes e grande vazão	0 pontos
Cobertura Vegetal	Pontuação máxima de 50 pontos
Não exige supressão de mata nativa	→ 50 pontos
Exige supressão de mata nativa	0 pontos
Profundidade do Lençol Freático	Pontuação máxima de 50 pontos
Acima de 50 m	50 pontos
Entre 20 m e 50 m	30 pontos
Entre 5m e 20 m	→ 10 pontos
Abaixo de 5 m	0 pontos
Distância do Aterro Até o 1º Ponto de Utilização de Água a Jusante	Pontuação máxima de 50 pontos
Acima de 750 m	50 pontos
Entre 750 m e 300 m	→ 30 pontos
Entre 300 m e 100 m	10 pontos
Abaixo de 100 m	0 pontos
Localização de Cursos de Água em Relação aos Limites do Local	Pontuação máxima de 50 pontos
Distância maior do que 500 m	50 pontos
Distância entre 100 m e 500 m	→ 30 pontos

Distância menor do que 100 m	0 pontos
Estimativa do Gradiente Hidráulico e	Pontuação máxima de 50 pontos
Direção de Fluxo	
Gradientes menores que 1 %	→ 50 pontos
Gradientes entre 1 e 2 %	30 pontos
Gradientes maiores que 2 %	0 pontos
Aceitação da Comunidade Local	Pontuação máxima de 50 pontos
Aceitação sem restrições	→ 50 pontos
Aceitação com restrições	30 pontos
Rejeição da comunidade	0 pontos

Fonte: União dos Municípios da Bahia (UPB) - 2005

Para uma pontuação máxima igual a 1.450 pontos, a área escolhida alcançou uma pontuação de 970 pontos, o que indicaria um índice de 67 % de adequação da área em relação aos critérios avaliados. Segundo UPB (2005), para este tipo de avaliação, quando a área recebe pontuação superior a 60% indica a viabilidade da implantação de um aterro na área.

O local não conta com rede de água potável, portanto, terá que ser perfurado um poço artesiano para abastecer as edificações que serão construídas.

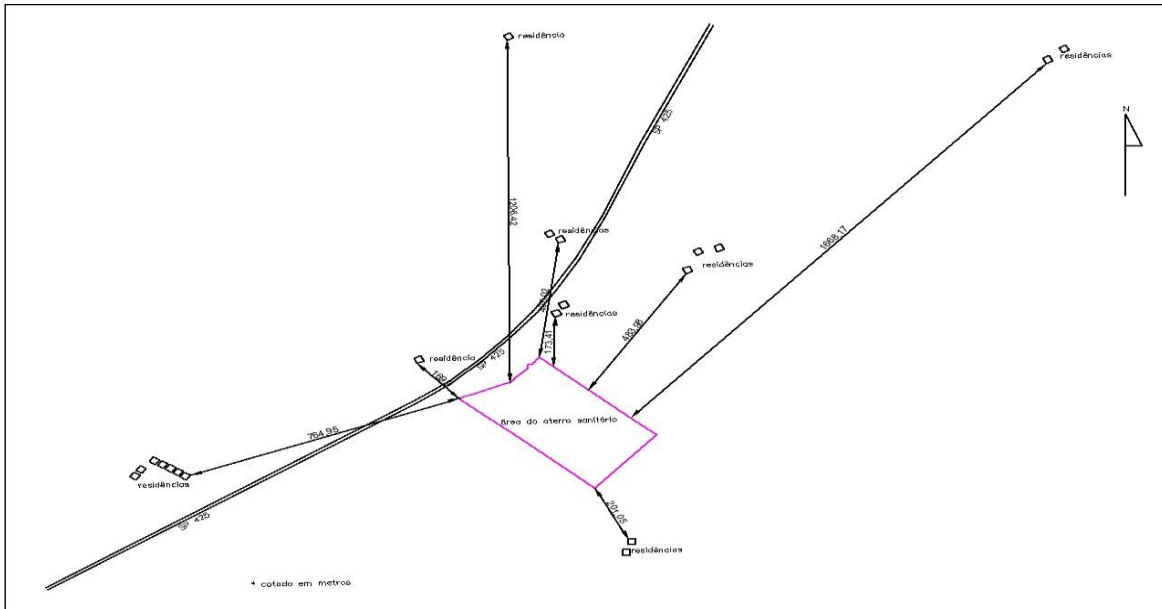
1.3.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA

O levantamento topográfico fornece informações importantes sobre a rede de drenagem natural e também para a identificação do melhor método de operação, de acordo com a disposição e declividade do terreno. Para que fosse feita a descrição do relevo do local foi solicitado o levantamento planialtimétrico da área.

Foi confeccionada planta planialtimétrica (PRANCHA 01) onde são demonstradas as cotas topográficas da área do empreendimento. Há de se observar que a cota de maior altitude possui 454 metros e a de menor 447 metros.

O croqui a seguir demonstra a localização do empreendimento com relação a vizinhança.

Figura 01 – Croqui da área do aterro sanitário com relação a vizinhança.



Fonte: Google Earth (2013) adaptado por Ambiental Costa Oeste (2016).

1.3.3 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA

O relatório geológico e geotécnico encontra-se em anexo a este projeto.

1.3.4 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) desenvolveu, em parceria com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), um aplicativo para acesso ao banco de dados climatológicos, com estimativas do Excedente Hídrico em qualquer ponto do território nacional.

O excedente hídrico corresponde ao percolado em mm, sendo este, parâmetro para dimensionamento de sistemas de remoção e tratamento do chorume. Conforme dados do INMET (1984 – 2008) para Pirapozinho - SP verifica-se que em 1995 houve o maior excedente hídrico (111,28 mm) como pode ser visto na tabela a seguir.

Tabela 03 – Excedentes hídricos ocorridos entre 1984 e 2008.

ANO	PRECIPITAÇÃO (mm)	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)	EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)	EXCEDENTE HÍDRICO (mm)
2008	1,085.00	856.05	1,279.36	42.86
2007	1,289.70	1,010.17	1,297.40	0.00
2006	972.20	770.12	1,269.29	25.39
2005	1,107.30	882.63	1,271.93	0.00
2004	995.60	793.67	1,271.11	0.00
2003	1,062.80	852.84	1,275.83	31.10
2002	1,129.70	893.31	1,293.42	0.00
2001	1,377.10	1,091.09	1,268.08	0.00
2000	1,223.90	966.49	1,261.30	29.95
1999	945.60	751.68	1,254.27	7.99
1998	1,188.10	934.40	1,256.39	0.00
1997	1,429.10	1,127.61	1,259.59	90.58
1996	1,525.10	1,196.61	1,247.34	85.78
1995	1,365.50	1,077.11	1,275.67	111.28
1994	1,199.90	944.23	1,264.19	43.58
1993	1,383.60	1,094.84	1,264.10	0.00
1992	1,228.50	973.29	1,244.40	105.54
1991	1,167.40	917.87	1,238.72	0.00
1990	1,239.00	975.60	1,235.93	42.09
1989	1,423.40	1,122.11	1,214.55	0.00
1988	978.80	769.84	1,260.50	0.00
1987	1,072.20	857.30	1,235.78	0.00
1986	1,086.00	863.38	1,242.85	0.00
1985	745.70	590.09	1,262.29	16.89
1984	788.70	628.63	1,248.37	0.00

Fonte: Excedente Hídricos para Aterros Sanitário – INMET

Tabela 04 – Balanço hídrico do ano de 1995

MÊS	PRECIPITAÇÃO (mm)	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)	EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)	NEGATIVO ACUMULADO (mm)	ARMAZENAMENTO (mm)	EXCEDENTE HÍDRICO (mm)
JAN	376.60	293.75	137.30	-29.93	221.79	0.00
FEV	330.40	257.71	118.22	0.00	250.00	111.28

MAR	19.70	16.15	115.60	-99.45	167.95	0.00
ABR	62.10	50.92	92.33	-140.86	142.31	0.00
MAI	12.20	10.00	75.81	-206.67	109.38	0.00
JUN	60.30	49.45	65.79	-223.00	102.46	0.00
JUL	14.20	11.64	76.74	-288.10	78.97	0.00
AGO	1.40	1.15	96.57	-383.52	53.91	0.00
SET	68.70	56.33	105.23	-432.42	44.34	0.00
OUT	158.30	123.47	120.99	-418.79	46.82	0.00
NOV	61.80	50.68	132.04	-81.37	180.55	0.00
DEZ	199.80	155.84	139.04	-59.12	197.35	0.00

Fonte: Excedente Hídricos para Aterros Sanitário - INMET

Há de se observar que o excedente hídrico ocorrido em 1995 foi de 111,28 mm e o volume médio de precipitação mensal foi de 113,79 mm neste referido ano.

Segundo a NBR 15849/2010 (Resíduos sólidos urbanos – Aterros Sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projetos, implantação, operação e encerramento) o “excedente hídrico deve ser determinado pelos valores acumulados ao longo do ano, com base na maior série histórica disponível” e, portanto, ao utilizar a série histórica disponível de 1984 a 2008 utilizando o maior valor de excedente hídrico do período, atendem-se tecnicamente os requisitos para fins de cálculo dos elementos de projeto.

1.3.5 CARACTERIZAÇÃO E USO DE ÁGUA E SOLO

A noroeste da área existem algumas residências, presença de nascentes e a rodovia Estadual SP 425, a nordeste predomina área de pasto, a sudeste algumas residências a uma distância de aproximadamente 200 m do limite da área do aterro existindo também uma área de nascentes a aproximadamente 330 m do limite da área do aterro. A sudoeste predomina área de cultivo de cana-de-açúcar e a uma distância de aproximadamente 400 m existe uma área de nascentes. A imagem a seguir demonstra a localização do aterro e uso do solo de seu entorno.

Figura 02 – Área do aterro sanitário e o seu entorno



Fonte: Google Earth (2013) adaptado por Ambiental Costa Oeste (2015).

1.4 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA DO PROJETO

A justificativa para o empreendimento é a necessidade de dotar os municípios do consórcio de uma nova estrutura para a destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos, visando favorecer a comunidade com todos os benefícios que tal empreendimento proporciona.

O método para a disposição dos resíduos no aterro sanitário será o de trincheiras.

1.5. DESCRIÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DO PROJETO

1.5.1 SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

Esse sistema tem a finalidade de interceptar e desviar o escoamento superficial das águas pluviais, tanto durante como após a vida útil do aterro sanitário para evitar sua infiltração na massa de resíduos e protegendo a área contra erosão. Todo o solo proveniente da escavação das valas de drenagem superficial deverá ser acondicionado temporariamente na área da trincheira ao lado, após a execução da trincheira, o solo não utilizado no processo de cobertura dos resíduos, deverá ser encaminhado para o encerramento do aterro controlado do município de Nanduba, São Paulo.

Deverá ser implantado o seguinte sistema:

- Drenagem secundária - constituído de canaletas em concreto simples moldado “in loco” ou assentadas situadas entre as trincheiras que deverão ser interligadas a drenagem principal.
- Drenagem principal – constituído de canaletas em concreto simples moldado “in loco” ou assentadas, com caixas de passagem, responsáveis pela coleta das contribuições da área externa ao aterro sanitário, do escoamento superficial da área de projeto, direcionando este fluxo até bacias de detenção.

Figura 03 – Canaleta de drenagem principal



Fonte: Ambiental Costa Oeste (2010).

- Bacia de detenção – estrutura projetada com a finalidade de regular a vazão e velocidade das águas coletadas pelo sistema de drenagem, quando não houver possibilidade técnica de destiná-las a galerias públicas, a fim de evitar processos de erosão. A figura a seguir ilustra uma bacia de detenção.

Figura 04 – Bacia de detenção



Fonte: Prefeitura Municipal de Santa Terezinha de Itaipu (2009)

O dimensionamento do sistema pode ser observado no Memorial Técnico contido neste projeto. A disposição dos canais pode ser observada na PRANCHA 02.

1.5.2 SISTEMA DE DRENAGEM E REMOÇÃO DE PERCOLADO

O sistema de drenagem deve coletar e conduzir o líquido lixiviado, reduzindo as pressões destes sobre a massa de resíduo e, também, minimizando o potencial de migração para o subsolo e consequente contaminação (PROSAB, 2005).

Para possibilitar a drenagem dos lixiviados deverá ser escavada uma canaleta no meio da trincheira que percorra toda sua extensão bem como ramais interligados a esta. Essa canaleta deverá ter inclinação de 3% para a tubulação principal de coleta de chorume que o direcionará para o poço de acumulação.

Dentro da canaleta deverá ser depositado uma tubulação PVC perfurada DN 150 em toda a sua extensão e ramificações para melhor eficiência na coleta do percolado. Sobre o tubo deverá ser depositada brita no 4 protegido por manta de bidim.

A Figura abaixo exemplifica a forma como deve ser realizado o sistema de drenagem de percolado.

Figura 05 – Modelo da instalação da drenagem de percolado



Fonte: Ambiental Costa Oeste (2006).

A pedra brita impede a entrada de sólidos na tubulação. O percolado em geral, é rico em sólidos que podem causar entupimento da tubulação coletora. O líquido que escoar para a tubulação coletora irá seguir para a tubulação principal com a função de levar o efluente até um poço de acumulo.

A vazão de percolado a ser drenado, pode ser visualizada no Memorial Técnico deste projeto. A disposição da tubulação e outros detalhes podem ser vistas nas PRANCHAS 02 e 06.

1.5.3. SISTEMA DE TRATAMENTO DO PERCOLADO

Os efluentes líquidos gerados em um aterro sanitário compõem-se, fundamentalmente da água aderida à fração orgânica dos resíduos em suas fontes de produção e das águas de chuva incidentes diretamente sobre a área do aterro e líquidos lixiviados através de sua massa. Uma vez captado, o efluente deverá ser submetido a processos de tratamento, tais como: sistemas de lagoas de estabilização, filtros

biológicos, recirculação etc., para redução de sua carga orgânica antes do seu lançamento na natureza (PROSAB, 2005).

Para a situação específica do aterro do consórcio, o pequeno volume de chorume gerado será adotado sistema de acumulo de percolado e transporte até uma estação de tratamento de esgoto gerenciada pela Sabesp. O recebimento foi autorizado pela Sabesp conforme RBO – 124/2016 expedido em 30 de junho de 2016 (ANEXO IV).

1.5.4. IMPERMEABILIZAÇÃO INFERIOR E/OU SUPERIOR

O revestimento de fundo de aterros de resíduos tem como função reduzir o transporte de poluentes para a zona insaturada e/ou ao aquífero subjacente até concentrações não prejudiciais a saúde humana e ao meio ambiente (BOSCOV, 2008).

Segundo IPT/CEMPRE (2000), dentre os materiais comumente empregados em tratamento de base de aterros, destacam-se os solos argilosos e argilas compactadas e as geomembranas sintéticas.

A impermeabilização inferior será composta inicialmente por uma camada de solo argiloso (0,50 m) compactada com coeficiente de impermeabilização menor ou igual a 1×10^{-6} m/s, acima desta, será instalada geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) de espessura de 2,0 mm. Acima da geomembrana, será colocada uma camada de solo argiloso de 0,30 m, denominado proteção mecânica, o qual evita intempéries e ações diretas dos resíduos sobre o material. As características da geomembrana podem ser vistas a seguir:

Tabela 05 – Características da geomembrana PEAD

Propriedades	Métodos Ensaio	PEAD – Lisa				
		0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
Espessura nominal (mm)	ASTM D 5199	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
Densidade (g/cm ³)	ASTM 792	≥ 0,94	≥ 0,94	≥ 0,94	≥ 0,94	≥ 0,94
Resistência à Tração	ASTM D 6693 Tipo IV					
• no Escoamento (kN/m)		12	15	22	29	37
• na Ruptura (kN/m)		22	27	40	53	67
• Alongamento no Escoamento (%)		13	13	13	13	13
• Alongamento na Ruptura (%)		700	700	700	700	700
Resistência ao Rasgo (N)	ASTM D 1004	100	125	187	249	311
Resistência ao Puncionamento (N)	ASTM D 4833	256	320	480	640	800
Conteúdo de Negro de Fumo (%)	ASTM D 1603	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
Dispersão de Negro de Fumo	ASTM D 5596	Nota 1	Nota 1	Nota 1	Nota 1	Nota 1

Notas: 1. Dispersão de Negro de Fumo para 10 diferentes amostras: 9 deverão cair Categorias 1 ou 2 e 1 na Categoria 3.
2. Os valores contidos nesta tabela poderão ser alterados sem aviso prévio.

Fonte – ENGEPOL LTDA

Depois de finalizada a camada de células, a impermeabilização superior se dará por uma cobertura de solo de 1,00 m com coeficiente menor ou igual a 1×10^{-6} m/s. Acima de tal camada será plantada grama em placa para evitar a ação direta da precipitação.

Afim de atestar que o coeficiente de permeabilidade menor ou igual a 1×10^{-6} m/s deverá ser elaborado um relatório de sondagem considerando em pontos específicos nas valas, por profissional devidamente habilitado, sendo este relatório acompanhado por Anotação de Responsabilidade Técnica do profissional executor.

1.5.5. SISTEMA DE DRENAGEM DE GÁS

Embora o aterro sanitário a ser implantado seja de pequeno porte, é importante a instalação de um sistema de drenagem de gases, afim de evitar a formação de bolsões e conseqüentemente acidentes.

Os drenos de gases devem ser interligados a rede de drenagem de lixiviados, atravessando verticalmente a trincheira até a sua superfície, configurando chaminés de exaustão.

Os drenos devem ser confeccionados em PVC DN 150 perfurados em toda sua extensão e seu entorno preenchidos com brita no 5 ancorados por uma tela metálica. Os drenos devem estar ancorados em

um apoio para evitar envergaduras. A figura a seguir demonstra detalhes sobre o dreno de gás e como ele deve ser ancorado.

Figura 06 – Detalhes do dreno de gás



Fonte: Prefeitura Municipal de Santa Terezinha de Itaipu (2009).

1.5.6. TRINCHEIRAS

O método para a disposição dos resíduos no aterro do consórcio será o de trincheiras. Este, segundo ABNT (2010), é um método para disposição de resíduos em escavação sem limitação de profundidade e largura, que caracteriza por confinamento em três lados e operação mecanizada.

1.5.7. ISOLAMENTO E SINALIZAÇÃO

Um aterro sanitário deve possuir cerca que circunde completamente a área em operação, construída de forma a impedir o acesso de pessoas não autorizadas e animais.

A área destinada ao novo aterro sanitário deverá ser construída com mourões de concreto, espaçamento de quatro metros entre mourões com tela de arame galvanizado. O portão deverá ser

confeccionado com tubos de ferro 3" e tela. Os detalhes da cerca e portão podem ser vistos na PRANCHA 12.

Deverá haver sinalização na entrada e nas cercas com tabuletas contendo os dizeres: "ATERRO SANITÁRIO – PROIBIDA A ENTRADA DE PESSOAL NÃO AUTORIZADO". No entorno do aterro deverão ser colocadas dez placas com o aviso. A figura abaixo demonstra o modelo de placa.

Figura 07 – Modelo de placa



Fonte: Ambiental Costa Oeste Projetos Técnicos e Consultoria Ltda (2015).

1.5.8. CORTINA VEGETAL

Para minimizar o impacto visual, as possíveis emissões sonoras, de odores, e como barreira física contra a dispersão de resíduos o aterro sanitário deve possuir Cortina Vegetal, também conhecido como Cinturão Verde.

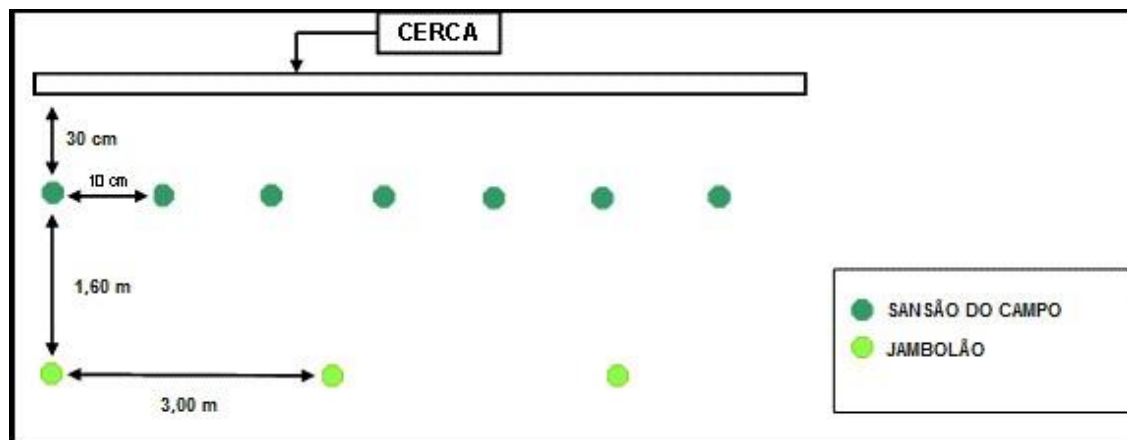
Para compor a cortina vegetal deverão ser utilizadas mudas de jambolão (*syzygium cumini*) e sansão do campo (*mimosa caesalpinifolia*), formando uma cortina de aproximadamente 3,0 m de largura.

Segundo MEINERZ et al (2009), a distância entre as mudas de sansão do campo deve ser de 10 cm para a formação de uma boa cerca viva, pois seu crescimento é muito rápido e em dois anos já se obtém o resultado esperado. O plantio das mudas de sansão do campo deverá ser feito em toda a borda do aterro tendo como limite o alambrado implantado.

O jambolão é uma árvore perenifólia, de 15 a 20 m de altura, de rápido crescimento (LORENZI et al, 2003).

Será plantada uma linha de sansão do campo e outra de jambolão conforme esquema a seguir:

Figura 08 – Forma de plantio da cortina vegetal



Fonte: Ambiental Costa Oeste Projetos Técnicos e Consultoria Ltda (2012).

Levando em consideração o perímetro de cortina vegetal da área do aterro (ver PRANCHA 02) ou seja, 1.357,40 metros, será necessário o plantio de 500 mudas de jambolão e aproximadamente 15.000 mudas de sansão do campo. Os detalhes da delimitação da cortina vegetal podem ser vistos na PRANCHA 02 em anexo.

- PRÉ-PLANTIO

Para o restabelecimento das funções químicas e físicas do solo e desenvolvimento inicial da vegetação será realizada:

- I. Extração e combate a espécies exóticas (*Ricinus communis* L. - Mamona) e ruderais (gramíneas) através de capina semi-mecanizada;
- II. Combate a formigas;
- III. Subsolação no berço;
- IV. Calagem: Aplicação de calcário em área total (30 a 60 dias antes do plantio);
- V. Adubação: Aplicação de matéria orgânica ou composto orgânico, juntamente com fósforo;

Os cinco passos serão seguidos de forma a criar condições necessárias para o desenvolvimento e estabelecimento da cobertura vegetal, evitando processos erosivos.

Para o combate das formigas, se faz necessário eliminar os olheiros das formigas, pois desfolham e matam as mudas. Contra as cortadeiras (saúvas e quenquéns), será utilizada a isca granulada, pouco tóxica e fácil de ser aplicada. Se necessário, aplicar 10 (dez) gramas de iscas em pequenos sacos plásticos, distribuídas nos carreiros das formigas a cada metro quadrado da área total do plantio. Isso deverá ser realizado preferencialmente em épocas de seca.

Adubação será orgânica-química empregando-se 06 litros de esterco de curral curtido, ou 3 litros de esterco curtido de galinha por cova, adicionando terra da cova fórmula NPK (04-014-08), na quantidade de 200 gramas por cova. O adubo orgânico será misturado com a parte de terra retirado da cova, colocando essa mistura ao fundo e completando com o restante do solo.

- PLANTIO

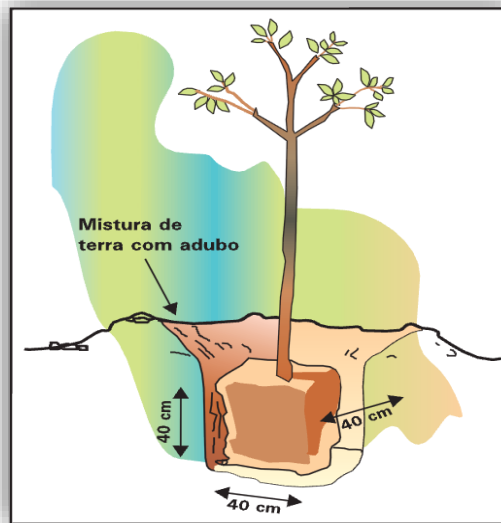
Serão adquiridas mudas em boas condições de sanidade e altura mínima de 0,50 a 0,70 metros. No momento do plantio, o saco plástico será retirado com cuidado sem destruir o torrão, a planta será colocada na cova sobre a porção de terra já com o adubo e com o restante da mistura cobrir o torrão compactando a terra ao redor (SMA, 2009).

O plantio das mudas será através do alinhamento perpendicular ao declive do terreno excluindo o sentido da enxurrada proveniente da (EMBRAPA, 2004).

O espaçamento será de 0,10 m entre as mudas de sansão do campo e 3,0 m entre as mudas de Jambolão. O espaçamento entre a fileira de mudas de sansão do campo e o jambolão será de aproximadamente 1,60m.

Para o plantio das mudas de Jambolão a profundidade, largura e comprimento dos berços deverão contemplar 0,4 metros em todos os lados (imagem 09). Ao redor de cada berço será feito coroamento com cerca de 50 cm de raio, com objetivo de eliminar a vegetação existente (EMBRAPA, 2004; SMA, 2009).

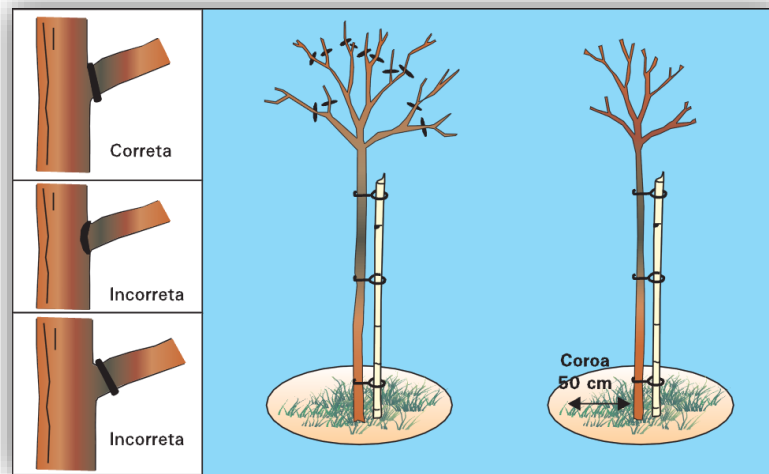
FIGURA 09: Covas com 40 cm de profundidade, de largura e de comprimento.



(Fonte: EMBRAPA, 2004).

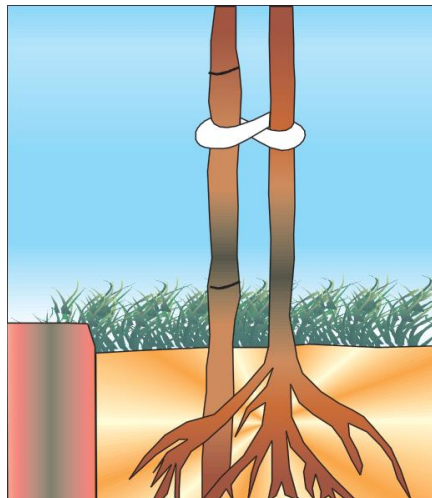
Quando o ramo principal não estiver crescendo de forma ereta, um bambu será utilizado como tutor (Imagem 10) e este deverá ser substituído quando danificado ou sem condições de proteger a muda. O amarro será feito em forma de “8” (oito deitados) com material que não cause danos ao tronco (Imagem 11) (EMBRAPA, 2004).

FIGURA 10: Bambu sendo utilizado como tutor



(Fonte: EMBRAPA, 2004).

FIGURA 11: Amarro em forma de “8” com barbante



(Fonte: EMBRAPA, 2004).

Para o plantio das mudas de Sansão do Campo as covas devem ser feitas com dimensão de aproximadamente 0,25 m em todos os lados (altura, largura e comprimento) de modo que permita a inserção da muda no solo com segurança.

- PÓS-PLANTIO (MANUTENÇÃO)

A manutenção do plantio se dará através do coroamento das mudas em um raio de 50 centímetros roçado ao redor da muda para que não seja sufocada pelo mato invasor (SMA, 2009). Caso não chova, a área de plantio será irrigada pelo menos uma vez por semana no primeiro mês de plantio e uma por vez a cada quinzena no segundo mês (SMA, 2009).

Na ocasião de mortandade de mudas plantadas, as mesmas deverão ser substituídas por outras apresentando excelente estado fitossanitário e seguir o mesmo grupo ecológico.

Após 90 dias da realização do plantio será executada a primeira adubação de cobertura distribuindo-se a lanço o adubo químico NPK (20-00-20) aplicando-se 200 gramas por muda em torno da planta, evitando-se a distância de 20 centímetros ao redor do caule. Caso necessário a adubação de cobertura poderá ser realizada em intervalos de três meses entre as aplicações.

Durante o desenvolvimento das mudas, caso surjam pragas ou doenças um técnico deverá ser consultado para indicação de controle (EMBRAPA, 2004).

O processo de poda de adequação somente será adotado quando ocorrer quebra ou lascamento de galhos, excessiva ramificação lateral ou quando os ramos forem muito tortuosos (EMBRAPA, 2004).

Capinação semi-mecanizada e manual será um processo adotado periodicamente quando houver competição das mudas com ervas-daninhas por água, luz e nutrientes (EMBRAPA, 2004; SMA, 2009).

- MONITORAMENTO

O monitoramento consistirá em visitas técnicas periódicas e será efetuado através de coleta de dados amostrais, de constatações visuais in loco e por fotografias. Esses dados servirão de base para elaboração do Relatório de Avaliação ao final do projeto. Como critério de avaliação, é necessária a coleta de dados amostrais referentes à:

- I. Taxa de sobrevivência das mudas;
- II. Desenvolvimento do plantio (altura e DAP).

Deverá ser elaborado relatórios trimestrais informando o desenvolvimento das mudas implantadas. Também deverão ser apresentados ao Consórcio relatórios de trabalhos realizados, devidamente ilustrado

com material fotográfico. Entretanto, sendo identificada qualquer irregularidade, esta deverá ser informada imediatamente ao Consórcio Municipal por meio de um relatório extraordinário.

1.6. OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

1.6.1. ACESSOS INTERNOS E EXTERNOS DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

Os acessos devem permitir o trânsito livre de veículos de carga pesada ao longo de todo o ano (inclusive no período chuvoso), desde as áreas de coleta do resíduo urbano até a frente de trabalho do aterro.

Sendo assim, as vias internas devem ser cascalhadas de modo a permitir boas condições de trabalho em qualquer período do ano.

As vias internas que permitem o acesso em toda área do aterro, inclusive ao interior das trincheiras terão uma largura de 7 metros possibilitando assim, o trânsito de dois veículos simultaneamente.

1.6.2. PREPARO DO LOCAL DE DISPOSIÇÃO

Deve ser realizada a abertura das trincheiras nos locais indicados na PRANCHA 02, seguindo-se também a ordem de uso de cada trincheira. As dimensões apresentadas neste trabalho devem ser obedecidas no momento da escavação das trincheiras.

A terra oriunda da escavação deve ser depositada ao lado da trincheira, local que facilita o seu posterior uso para as coberturas intermediárias e cobertura final dos resíduos, sendo que a deposição deste material não poderá obstruir o caminho preferencial das águas pluviais bem como não interferir no tráfego de maquinários e equipamentos utilizados na implantação e operação do empreendimento. Todo o solo proveniente da escavação das valas, que não forem utilizados nos processos de cobertura acima identificados, deverão ser encaminhados para o encerramento do aterro controlado do município de Nandiba, São Paulo.

No momento da abertura da trincheira já deve ser escavada a canaleta central onde será depositado o dreno de chorume.

Após a abertura da trincheira deve-se proceder à execução de canaletas abertas manualmente na direção preferencial do fluxo das águas de escoamento superficial. O objetivo é de impedir a entrada deste

volume de água nas trincheiras e também proporcionar a saída da mesma para evitar a geração de poças d'água.

Esta parcela d'água, por ser apenas de água da chuva, não precisa de qualquer tipo de tratamento, servindo apenas para recarga dos aquíferos locais.

Após a realização das canaletas de drenagem, deve ser realizada a impermeabilização de fundo conforme descrito no item 1.5.4. não esquecendo da impermeabilização da canaleta central de drenagem de chorume.

Deve-se então proceder à instalação do sistema de drenagem de percolados através da colocação de um tubo de PVC 150 mm perfurado no fundo da canaleta sendo direcionado a uma tubulação principal. A canaleta deve então ser coberta com brita e protegido por manta de bidim. A ponta do tubo que não estiver ligada à tubulação principal de coleta deve estar devidamente fechada.

Após a instalação do sistema de drenagem de chorume deve ser executado o sistema de drenagem de gases, através da colocação de tubos de PVC perfurados preenchidos com brita verticalmente na trincheira, ancorados por um suporte.

Devido à quantidade de resíduos acondicionada no aterro diariamente, o valor dispendido para a execução das trincheiras e período em que elas ficarão abertas, sujeita a ação de intempéries, indica-se a execução de cada trincheiras em etapas.

Assim como identificado nos cálculos dos volumes das trincheiras, cada uma delas terá uma vida útil média de 5 anos, portanto, no processo construtivo de cada uma delas indica-se como melhor alternativa a abertura das frentes de trabalho para um período de execução de 2 anos, desta forma evita-se principalmente acúmulo de água no interior das valas e possíveis extravasamentos no sistema de tubulações e lagoas de acúmulo de chorume.

1.6.3. TRANSPORTE E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Forma de controle da qualidade e quantidade dos resíduos sólidos recebidos – o projeto do aterro sanitário abrangerá uma balança. Como forma do controle da qualidade dos resíduos periodicamente deverá ser realizado teste para verificação da composição gravimétrica do resíduo.

Forma que os resíduos devem ser transportados – os resíduos sólidos chegarão até a área do aterro por meio do caminhão coletor compactador.

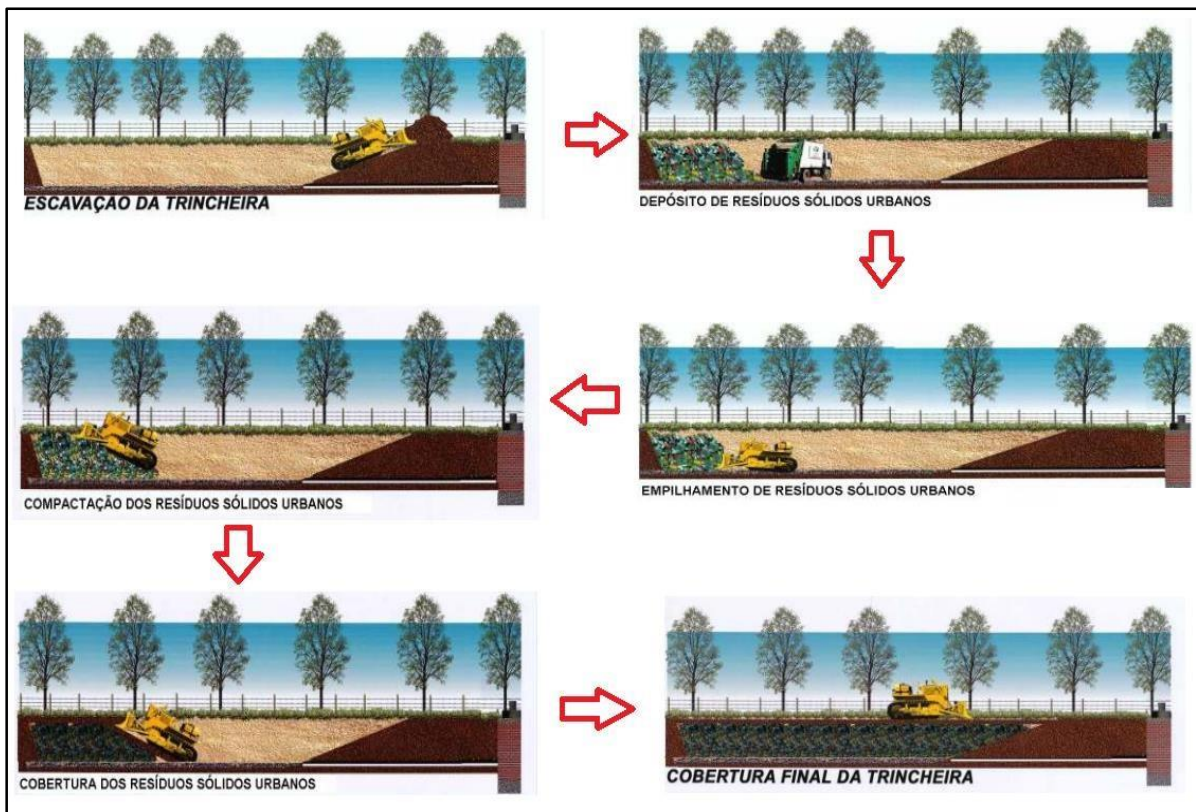
Método de operação e sequência de preenchimento - no aterro sanitário deverá ser utilizado o método de disposição de resíduos em trincheiras.

1.6.4. SEQUÊNCIA DE PREENCHIMENTO

Na operação diária, os resíduos serão descarregados diretamente na trincheira pelo caminhão caçamba, que deverá acessá-la cuidadosamente pela rampa que terá 15% de inclinação.

Será necessário a presença de um trator de esteiras para empilhar os resíduos coletados, compactar e cobri-los, liberando assim, a frente de carga. A imagem a seguir ilustra a forma de preenchimento da trincheira.

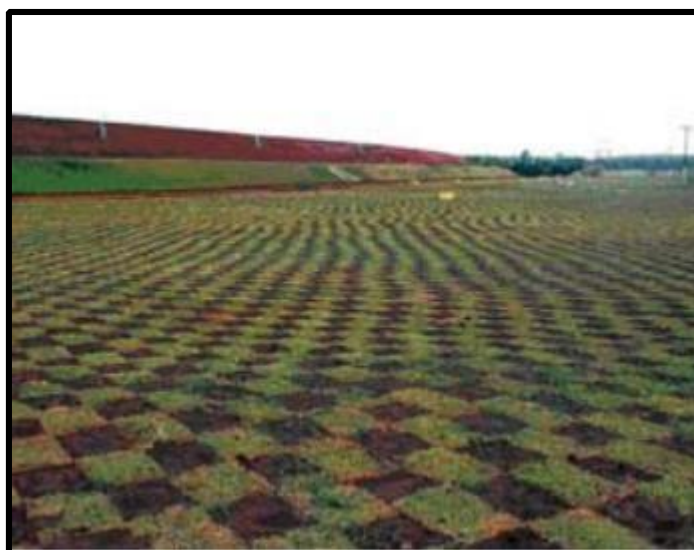
Figura 09 – Sequência de preenchimento de uma trincheira



Fonte: SEMA/IAP/SUDERHSA (2006)

Após o total preenchimento de cada trincheira a cobertura final deve ser realizada. É interessante o plantio de gramíneas, auxiliando tanto a estética local como também a diminuição de infiltração de água de chuva. A espécie mais indicada é a grama esmeralda (*Zoysia japônica*), a qual deve ser plantada em placas (0,50 m²) conforme figura a seguir:

Figura 10 – Grama em placas e forma de plantio



Fonte: IPT/CEMPRE (2000)

1.6.5. EQUIPAMENTOS A SEREM UTILIZADOS NA OPERAÇÃO DO ATERRO

Para os aterros sanitários de pequeno porte, um dos equipamentos recomendados é a retroescavadeira, com pá-carregadeira acoplada, visto que é um equipamento de extrema versatilidade, desempenhando múltiplas funções no aterro. É utilizada na abertura de trincheiras, na cobertura das trincheiras, na execução de drenos, assentamento de tubulações, movimentação de material de cobertura, etc., e pode ser utilizada até como um guindaste, auxiliando no transporte e assentamento de tubos de concreto e outros objetos pesados. Além deste equipamento, é fundamental um trator de esteira para compactação dos resíduos.

1.6.6. CAMADAS DE RESÍDUOS E CAMADAS DE COBERTURA

Conforme já mencionado, os resíduos serão empilhados conforme vão sendo descarregados junto a trincheira e rampeados uma vez por semana, formando uma espécie de célula a cada 07 dias com a cobertura de solo.

A camada de cobertura final, para o fechamento das trincheiras deverá possuir espessura de 1,00 m e sofrer compactação com equipamento para tal atividade.

1.6.7. EMPRÉSTIMO DE MATERIAL PARA COBERTURA

O material que será necessário para cobertura intermediária e final das trincheiras será obtido através da escavação da própria trincheira, não sendo, portanto, necessária à obtenção de material de cobertura de outras fontes.

As sobras de materiais para cobertura deverão ser disponibilizadas para outras obras públicas dos municípios do consorcio.

1.6.8. CONTROLE TECNOLÓGICO

Plano de monitoramento do aterro sanitário

Uma das etapas do gerenciamento de um aterro sanitário é a elaboração e a execução de um plano de monitoramento. Este pode ser definido como um conjunto de medidas adotadas para avaliar os impactos e riscos ambientais que podem ser causados por um aterro sanitário. Permite também determinar a eficiência real dos sistemas de proteção ambiental e assegurar que sejam suficientes para manter as emissões sob controle, ao longo do tempo (PROSAB, 2005).

As amostras devem ser coletadas por pessoal capacitado e encaminhadas a laboratórios credenciados pelo O.C.A. (Órgão de Controle Ambiental), sendo submetidas às análises conforme métodos descritos em edição atualizada do manual da Associação Americana de Saúde Pública, “Standard methods for examination of water and wastewater” (2005). Os resultados encontrados através de coletas de amostras para análise e de observações no local devem ser apresentados em um relatório de monitoramento.

Não se verificou no estado de São Paulo nenhum modelo padrão de relatório de automonitoramento de aterro sanitário. Como base, pode-se adotar o disposto no ANEXO X da Resolução CEMA - PR 086/2013

que encontra em anexo, levando também em consideração os parâmetros existentes na Decisão de Diretoria n.º 045/2014//E/C/I da CETESB.

- Características dos sólidos

Para que sejam verificadas as características dos resíduos depositados no aterro deverá ser realizado o monitoramento através da realização de determinação da composição gravimétrica dos resíduos que pode ser realizado uma vez a cada ano.

A determinação da composição gravimétrica dos resíduos é um dado essencial a ser obtido. No caso dos resíduos de origem domiciliar e comercial, normalmente dispostos em aterros, os componentes comumente discriminados na composição gravimétrica são: matéria orgânica putrescível, metais ferrosos, metais não ferrosos, papel, papelão, plásticos, trapos, vidro, borracha, couro, madeira, entre outros. Na literatura são apresentados diferentes métodos para se realizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos, a maior parte baseada no quarteamento da amostra conforme a NBR 10.007/2004.

- Gases

O acompanhamento em relação ao monitoramento dos gases se faz bastante importante em um aterro sanitário. Tal acompanhamento permite uma avaliação da degradação dos resíduos sólidos dispostos, além de criar uma base de dados relativos a composição do biogás, que muitas vezes é aproveitado na geração de energia, pois é um ótimo comburente.

O monitoramento da composição dos gases pode ser realizado facilmente através de Kits existentes para tal finalidade. Um dos kits mais acessíveis do mercado são da empresa Alfakit, o qual analisa a presença de amônia e gás sulfídrico bem como a porcentagem de CO₂ e CH₄ na amostra de gás. Com este Kit, o município poderia estar acompanhando mensalmente a qualidade do biogás produzido, tendo em vista que se pretende realizar aproveitamento de tal subproduto. A figura a seguir demonstra o Kit de biogás da empresa Alfakit.

Figura 11 – kit para análise de biogás



Fonte: Alfakit (2012)

1.6.9. PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO E CUIDADOS POSTERIORES

O sistema objetiva a concepção de um plano de encerramento das atividades de recepção de lixo no aterro sanitário e da manutenção da estabilidade física, química e biológica até que o local se encontre em condições de ser preparado para sua utilização futura. Manutenções e reparos serão necessários por variadas circunstâncias, tais como, acomodações do lixo, erosão, assoreamento, etc (IPT/CEMPRE, 2000).

As drenagens que circundam a área aterrada, as vias de acesso e os sistemas de monitoramento deverão ser mantidos em funcionamento após o encerramento do aterro, durante todo o tempo em que os líquidos e o biogás apresentarem potencial poluidor, ou seja, até a estabilização da massa de resíduos.

A menos que o uso futuro esteja em condições de ser implementado, o local deverá permanecer fechado, com sinalização informando sobre o fechamento e fornecendo o endereço do novo local de disposição (IPT/CEMPRE, 2000). Mesmo depois de finalizado, todo o monitoramento (gases, percolado e águas subterrâneas) deverá ser mantido por um período mínimo de 15 anos, pois segundo IPT/CEMPRE (2000) é o período em que ainda existirá atividade de decomposição do resíduos e possíveis contaminações.

1.6.10. PLANO DE CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA

Segundo a NBR 13896/1997 um aterro sanitário deve ser operado de forma a minimizar a possibilidade de fogo, explosão ou derramamento/vazamento de resíduos que possam constituir ameaça à saúde humana e ao meio ambiente, porém, caso aconteça qualquer tipo de acidente, os responsáveis pelo empreendimento devem estar cientes de como agir.

- Incêndios

Os momentos mais importantes da ação contra o fogo são os primeiros segundos após o seu início. Não hesite em chamar o Corpo de Bombeiros caso o incêndio ocorrido não seja de pequenas proporções e de fácil controle com o material e extintores disponíveis. Os locais em que pode ocorrer incêndio no aterro sanitário são:

- Máquinas e caminhões.
- Sistema de tratamento do percolado.
- Cortina vegetal.
- Massa de resíduos.

Regras Básicas:

- Caso não seja possível debelar o fogo imediatamente ao seu início, chame o Corpo de Bombeiros.
- Desligue toda a rede elétrica do empreendimento.
- Garanta a pronta e rápida evacuação dos funcionários.
- Faça o possível para evitar que o fogo se propague.

Equipamentos:

- Os equipamentos e caminhões devem manter sempre seus extintores em prazo de validade e com carga.
- Caso ocorram incêndios de maior vulto como na cortina vegetal e massa de resíduos, deve ser chamado imediatamente o corpo de bombeiros pelo número 193.

Telefones:

Tabela 06 – Identificação telefônica

ENTIDADE	TELEFONE
Corpo de Bombeiros	193
Órgão Ambiental	Cetesb (Presidente Prudente) – (18) 3223-5001
Polícia Militar	190
Hospital Nossa Sra. de Fátima (Pirapozinho)	(18) 3269-1212
Centro de Saúde de Tarabai	(18) 3289-1238

- Contaminação

O objetivo deste tópico é nortear ações relacionadas a possíveis contaminações do lençol freático e solo por percolados (chorume). Caso exista algum tipo de contaminação, a mesma será identificada a partir do monitoramento do lençol realizado através dos poços que serão construídos no aterro sanitário.

A partir do momento da identificação da contaminação, necessita-se identificar a pluma de contaminação que pode ser rapidamente definida através de sondagens em malha. Sugere-se que no orçamento do município relativo a operação do aterro sanitário, crie-se uma rubrica referente a ações de contingência com valor mínimo de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), para que em caso da necessidade de se realizar estudos hidrogeológicos para identificação de contaminação, a mesma possa ser feita no menor tempo possível, evitando assim burocracias referente a abertura de créditos e outros para posteriores contratações de empresas especializadas.

A partir do momento da identificação da pluma de contaminação, procede-se então ações para evitar sua propagação como a remediação e em alguns casos, barreiras verticais.

A ação sempre será determinada pelo profissional que identificará a pluma de contaminação visando sempre a melhor eficiência para evitar a propagação dos contaminantes.

1.7. USO FUTURO DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

Ao final da vida útil do aterro sanitário em forma de trincheiras, a área deverá ser utilizada para implantação de aterro sanitário em forma de células, não necessitando futuramente que o consórcio adquira novas áreas para disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

Para que o aterro em forma de células possa entrar em funcionamento, será necessário novo licenciamento ambiental, bem como projeto de ampliação e transformação de aterro em valas para o novo sistema.

2. MEMORIAL TÉCNICO

2.1. CÁLCULO DOS ELEMENTOS DO PROJETO

2.1.1. DIMENSIONAMENTO DAS TRINCHEIRAS

Visando estabelecer a quantidade atual de resíduos gerados pelos municípios do consórcio, realizou-se uma estimativa populacional tendo com base os dois últimos censos extrapolando os dados a partir do ano de 2016 (ano que se estima iniciar as atividades no aterro) e levando em consideração a contribuição per capita de resíduos descrita no item 1.1.1 deste projeto.

Tabela 07 – Estimativa populacional e produção de resíduos sólidos para o ano de 2017.

ANO	POPULAÇÃO PIRAPOZINHO	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS DE PIRAPOZINHO (Kg)	POPULAÇÃO O ALVARES MACHADO	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS DE ALVARES MACHADO (Kg)	POPULAÇÃO NARANDIBA	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS DE NARANDIBA (Kg)	POPULAÇÃO SANDOVALINA	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS DE SANDOVALINA (Kg)	TOTAL PRODUÇÃO ANUAL DE RESÍDUOS (Kg)
2000	22.104		22.661		3.743		3.089		
2010	24.694		23.513		4.288		3.699		
2017	26.507	21.206	24.109	16.877	4.670	3.269	4.126	2.888	16.147.245,95

Fonte: IBGE, SMA-SP (2014) organizado por Ambiental Costa Oeste (2016).

Como parâmetros de entrada para o dimensionamento das TRINCHEIRAS, tem-se:

TRINCHEIRAS 01 e 02

- Largura inferior da trincheira (Li): 100,00 m

- Largura superior da trincheira (Ls): 104,00 m
- Profundidade da trincheira (H): 4,50 m
- Peso específico dos resíduos no interior da trincheira (y): 0,9 t/m³ ou 900 Kg/m³
- Comprimento da trincheira (C = 233 m)
- Taxa de cobertura: 10%

- Área da seção transversal

Como a trincheira terá área da seção transversal trapezoidal, realiza-se o seguinte cálculo

$$A = \frac{(Ls+Li) \times H}{2}$$

$$A = \frac{(104+100) \times 4,50}{2}$$

$$A = 459 \text{ m}^2$$

- Comprimento da trincheira (C)

Fixou-se o comprimento de 233 m para fins de viabilidade técnica com relação a disposição das trincheiras na área do aterro.

- Volume Total da trincheira (VTT)

Considerando o comprimento de 233 m, bem como a área da seção transversal de 459 m², tem-se:

$$VTT = C \times A$$

$$VTT = 233 \times 459$$

$$\text{VTT} = 106.947 \text{ m}^3$$

Portanto, o volume da trincheira seria de 106.947 m³, porém como terá que existir uma rampa com 15% de inclinação, tal volume terá que ser descontado.

- Comprimento da Rampa (CR)

O comprimento da rampa varia de acordo com a altura da trincheira, tendo em vista que a inclinação deve ser de $i = 15\%$. Para definir o comprimento da rampa, utiliza-se o seguinte cálculo.

$$\text{CR} = \frac{H \times 100}{i}$$

$$\text{CR} = \frac{4,50 \times 100}{15}$$

$$\text{CR} = 30 \text{ m}$$

- Volume ocupado pela rampa (VR)

A partir da definição do comprimento da rampa, pode-se calcular a seção longitudinal do triângulo formado e partir disso, calcular o volume ocupado pela rampa, tendo em vista a largura superior (11 m) diminuindo este do volume total da trincheira para chegar, portanto, ao volume disponível na trincheira.

- Área da seção longitudinal da rampa (AR)

$$\text{AR} = \frac{H \times \text{CR}}{2}$$

$$\text{AR} = \frac{4,5 \times 30}{2}$$

$$\text{AR} = 67,50 \text{ m}^2$$

$$VR = AR \times Ls$$

$$VR = 67,50 \times 11$$

$$VR = 742,50 \text{ m}^3$$

- Volume Disponível da Trincheira

$$VD = VTT - VR$$

$$VD = 106.947 - 742,50$$

$$VD = 106.204,50 \text{ m}^3$$

Portanto, as TRINCHEIRAS 01 e 02 terão volume útil de 106.204,50 m³ cada.

Os detalhes das trincheiras 01 e 02 podem ser vistos na PRANCHA 06.

TRINCHEIRA 03

- Largura inferior da trincheira (Li): variável
- Largura superior da trincheira (Ls): variável
- Profundidade da trincheira (H): 4,50 m
- Peso específico dos resíduos no interior da trincheira (y): 0,9 t/m³ ou 900 Kg/m³
- Comprimento da trincheira (C = 233 m)
- Taxa de cobertura: 10%

- Volume Total da Trincheira (VTT)

Como a trincheira não terá um formato regular, para o cálculo do volume será utilizado o volume do perímetro externo (146.296,84 m³), menos o volume ocupado pelos taludes (3.522,51 m³).

$$VTT = 146.296,84 - 3.522,51$$

$$\mathbf{VTT = 142.774,33}$$

- Comprimento da Rampa (CR)

O comprimento da rampa varia de acordo com a altura da trincheira, tendo em vista que a inclinação deve ser de $i = 15\%$. Para definir o comprimento da rampa, utiliza-se o seguinte cálculo.

$$CR = \frac{H \times 100}{i}$$

$$CR = \frac{4,50 \times 100}{15}$$

$$\mathbf{CR = 30 \text{ m}}$$

- Volume ocupado pela rampa (VR)

A partir da definição do comprimento da rampa, pode-se calcular a seção longitudinal do triângulo formado e partir disso, calcular o volume ocupado pela rampa, tendo em vista a largura superior (11 m) diminuindo este do volume total da trincheira para chegar, portanto, ao volume disponível na trincheira.

- Área da seção longitudinal da rampa (AR)

$$AR = \frac{H \times CR}{2}$$

$$AR = \frac{4,5 \times 30}{2}$$

$$\mathbf{AR = 67,50 \text{ m}^2}$$

$$VR = AR \times Ls$$

$$VR = 67,50 \times 11$$

$$VR = 742,50 \text{ m}^3$$

- Volume Disponível da Trincheira

$$VD = VTT - VR$$

$$VD = 142.774,33 - 742,50$$

$$VD = 142.031,83 \text{ m}^3$$

Portanto, a TRINCHEIRA 03 terá um volume útil de 142.031,83 m³.

VOLUME TOTAL DISPONÍVEL NO ATERRO SANITÁRIO (VTAS)

Portanto, o volume total disponível no aterro sanitário será de:

$$VTAS = VD_{TRINCHEIRA01} + VD_{TRINCHEIRA02} + VD_{TRINCHEIRA03}$$

$$VTAS = 106.204,50 + 106.204,50 + 142.031,83$$

$$VTAS = 354.440,83 \text{ m}^3$$

Portanto, volume disponível no aterro sanitário para disposição dos resíduos sólidos dos municípios do consórcio será de 354.440,83 m³.

2.1.2. VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO

O cálculo da vida útil deve ser feito levando em consideração o volume disponível no aterro sanitário (VTAS) a partir das trincheiras que serão construídas e o crescimento populacional estimado para os próximos anos.

VTAS = 354.440,83 m³

A tabela a seguir demonstra a vida útil prevista para o aterro sanitário.

Tabela 08 – Estimativa de vida útil do aterro sanitário

ANO	POPULAÇÃO PIRAPOZINHO	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS DE PIRAPOZINHO (Kg)	POPULAÇÃO O ALVARES MACHADO	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS DE ALVARES MACHADO (Kg)	POPULAÇÃO NARANDIBA	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS DE NARANDIBA (Kg)	POPULAÇÃO SANDOVALINA	PRODUÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS DE SANDOVALINA (Kg)	TOTAL ANUAL DE RESÍDUOS (Kg)	VOLUME OCUPADO	VOLUME OCUPADO COM COBERTURA (10%)	ACUMULADO
2000	22.104		22.661		3.743		3.089					
2010	24.694		23.513		4.288		3.699					
2017	26.507	21.206	24.109	16.877	4.670	3.269	4.126	2.888	16.147.245,95	17.941,38	19.735,52	19.735,52
2018	26.766	21.413	24.195	16.936	4.724	3.307	4.187	2.931	16.274.152,80	18.082,39	19.890,63	39.626,15
2019	27.025	21.620	24.280	16.996	4.779	3.345	4.248	2.974	16.401.059,65	18.223,40	20.045,74	59.671,89
2020	27.284	21.827	24.365	17.056	4.833	3.383	4.309	3.016	16.527.966,50	18.364,41	20.200,85	79.872,74
2021	27.543	22.034	24.450	17.115	4.888	3.421	4.370	3.059	16.654.873,35	18.505,41	20.355,96	100.228,70
2022	27.802	22.242	24.535	17.175	4.942	3.459	4.431	3.102	16.781.780,20	18.646,42	20.511,06	120.739,76
2023	28.061	22.449	24.621	17.234	4.997	3.498	4.492	3.144	16.908.687,05	18.787,43	20.666,17	141.405,94
2024	28.320	22.656	24.706	17.294	5.051	3.536	4.553	3.187	17.035.593,90	18.928,44	20.821,28	162.227,22
2025	28.579	22.863	24.791	17.354	5.106	3.574	4.614	3.230	17.162.500,75	19.069,45	20.976,39	183.203,61
2026	28.838	23.070	24.876	17.413	5.160	3.612	4.675	3.273	17.289.407,60	19.210,45	21.131,50	204.335,11
2027	29.097	23.278	24.961	17.473	5.215	3.650	4.736	3.315	17.416.314,45	19.351,46	21.286,61	225.621,71
2028	29.356	23.485	25.047	20.037	5.269	3.688	4.797	3.358	18.457.422,20	20.508,25	22.559,07	248.180,78
2029	29.615	23.692	25.132	20.105	5.324	3.726	4.858	3.401	18.587.438,85	20.652,71	22.717,98	270.898,76
2030	29.874	23.899	25.217	20.174	5.378	3.765	4.919	3.443	18.717.455,50	20.797,17	22.876,89	293.775,65
2031	30.133	24.106	25.302	20.242	5.433	3.803	4.980	3.486	18.847.472,15	20.941,64	23.035,80	316.811,45
2032	30.392	24.314	25.387	20.310	5.487	3.841	5.041	3.529	18.977.488,80	21.086,10	23.194,71	340.006,16
2033	30.651	24.521	25.473	20.378	5.542	3.879	5.102	3.571	11.810.008,85	13.122,23	14.434,46	354.440,62

Obs. A partir do ano de 2028 adotou-se 0,8 kg/hab/dia para o município de Alvares Machado.

Como pode ser observado, se o aterro iniciar a operação em 2017, sua vida útil perdurará até o ano de 2033, porém, neste ano será possível utilizar o aterro por 225 dias. Portanto, a vida útil do aterro será de 16 anos e 225 dias.

2.1.3. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

- Dimensionamento da Vazão

Adotou-se o método racional para cálculo da vazão de projeto, tendo em vista que a área de drenagem é inferior a 3 Km², cuja expressão é:

$$Q = C \times A \times I$$

Tal fórmula apresenta uma vazão “Q” (m³/h) correspondente a uma precipitação de intensidade “I” (m/h) de chuva sobre a área de drenagem “A” (m²), chuva esta que dure um tempo tal que toda a área da bacia contribua para o escoamento, sendo o coeficiente adimensional denominado “C”.

Área Drenada

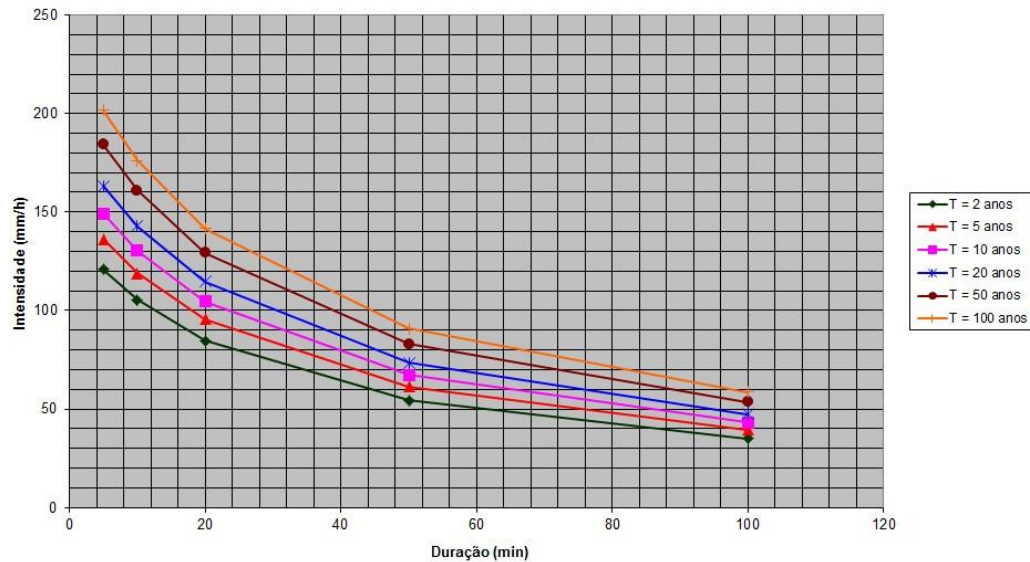
Corresponde à área onde serão implantadas as trincheiras.

$$A = 92.627 \text{ m}^2$$

Precipitação

Através dos dados fornecidos pelo software Pluvio 2.1, podemos obter as seguintes curvas de Intensidade – Duração – Frequência:

Figura 12 – Imagem do Software Pluvio 2.1



Será utilizado para este memorial o tempo de retorno de 20 anos, resultando numa precipitação de 68 mm, para duração de uma hora.

Coefficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial (deflúvio) C, utilizado no método racional, não traduz simplesmente o resultado da ação do terreno sobre a precipitação, da qual resulta a descarga superficial, é mais completamente definido como a relação entre a vazão de enchente de certa frequência e a intensidade média da precipitação de igual frequência.

Será adotado $C = 0,10$ para parques, jardins, gramados e campinas (VILLELA, 1975).

Vazão de Projeto

$$Q = C \times A \times I$$

$$Q = 0,10 \times 92.627 \times 0,067$$

$$Q = 620,60 \text{ m}^3/\text{h}$$

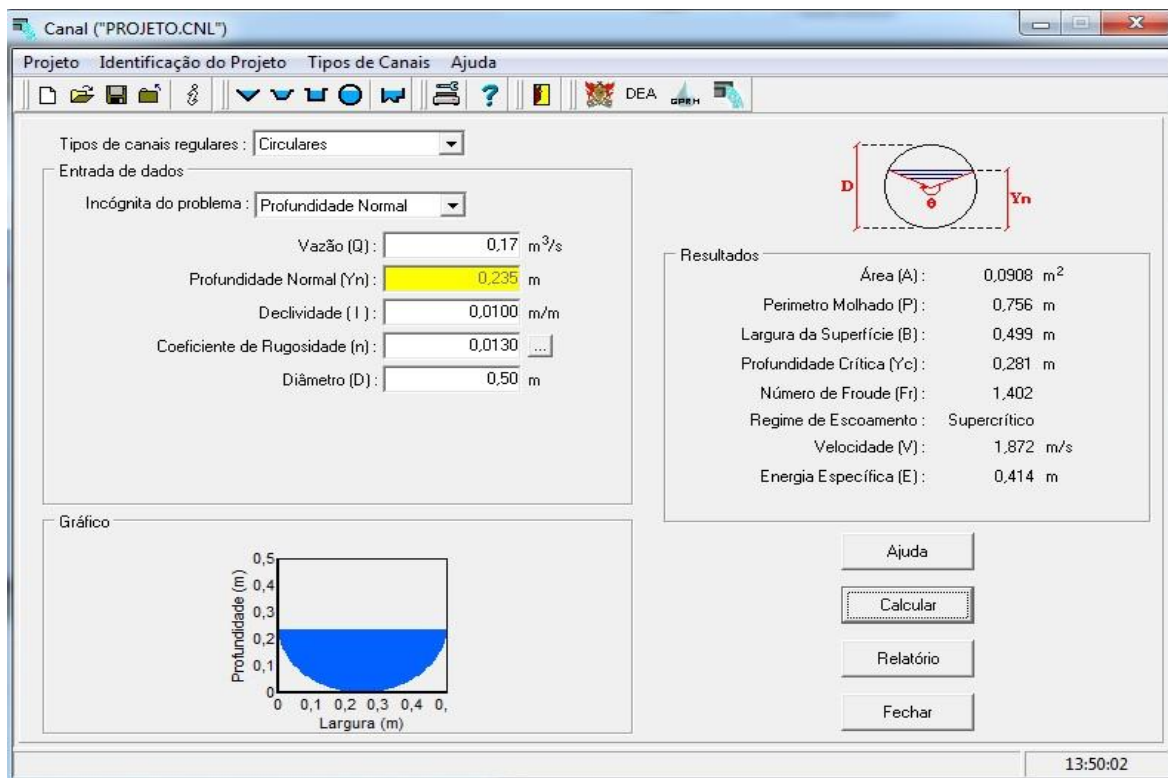
Portanto, a vazão a ser utilizada para dimensionamento do canal será de $620,60 \text{ m}^3/\text{h} = 0,1723 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Dimensionamento da Drenagem Principal

tubulação de drenagem principal cortará o terreno seguindo as curvas de nível, conduzindo as águas pluviais primeiramente a uma bacia de detenção onde estarão instalados sumidouros que terão a função de auxiliar a percolação da água no solo. Este canal terá que suportar a vazão dimensionada para cada etapa de ocupação do aterro, pois ele receberá toda a chuva incidente sobre a área conduzida através dos canais de terra que envolverão as trincheiras.

Para o dimensionamento do coletor principal da malha de drenagem, segundo o software CANAL, temos:

Figura 13 – Dimensionamento do coletor principal da malha de drenagem



Portanto, o canal de drenagem principal será de concreto meia-cana com diâmetro de 0,50m.

A velocidade no dimensionamento de todos os canais ficou definida como “supercrítica” devido ao desnível do terreno, porém vale salientar que existirá a bacia de retenção que servirá como dissipadora de energia, o que não causará nenhum tipo de erosão ou voçoroca no local. Os canais de drenagem, a bacia de retenção e seus detalhes podem ser vistos nas PRANCHAS 02, 03 e 05.

- Dimensionamento da Drenagem Secundária

A drenagem secundária será composta por canaletas em concreto simples assentadas situadas entre as trincheiras que deverão ser interligadas a drenagem principal.

Portanto, o canal de drenagem principal será de concreto meia-cana com diâmetro de 0,30 m. Os canais de drenagem, a bacia de retenção e seus detalhes podem ser vistos nas PRANCHAS 02, 03 e 05.

- Dimensionamento da Bacia de Retenção

A bacia de retenção terá que suportar a diferença de vazão entre o canal principal de drenagem e o emissário para uma precipitação de projeto, neste caso para uma hora de duração, portanto:

$$V_b = Q_p - Q_e$$

onde:

V_b = Volume da Bacia de retenção

Q_p = Vazão de todos os canais de drenagem principal (620,60 m³/h)

Q_e = Vazão suportável do emissário (216 m³/h)

$$V_b = 620,60 - 216$$

$$V_b = 404,60 \text{ m}^3$$

Será utilizada uma bacia de retenção de 11,00 x 36,80 m e 1,00 m útil de profundidade. Os detalhes da bacia podem ser vistos na PRANCHA 05.

2.1.4. SISTEMA DE DRENAGEM E REMOÇÃO DE PERCOLADO

O sistema de drenagem do percolado será realizado através de tubulação 150 mm perfurada alocada no fundo da trincheira de resíduos sólidos. Deverão ser utilizados tubos em PVC (linha EB 644) devido à resistência oferecida. Os detalhes da instalação da tubulação podem ser vistos na PRANCHA 06.

2.1.4.1. Método Suíço

Este é um método de formulação semelhante ao Método Racional, entretanto não considera os efeitos da evaporação potencial.

- Vazão de Percolado (TRINCHEIRA 01)

Levando em consideração o mês de maior percolação, como demonstra o balanço hídrico, temos:

$$Q = \frac{P \times Acont \times K}{2.592.000}$$

onde:

Q = Vazão média do percolado em litros por segundo;

P = Precipitação média mensal (mm);

Acont: Área de contribuição da seção considerada (área da Trincheira 01 – 24.155,82 m²)

K = Coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos sólidos urbanos, K = 0,15

$$QM = \frac{113,79 \times 24.155,82 \times 0,15}{2.592.000}$$

$$QM = 0,1591 \text{ l/s}$$

- Vazão de Percolado (TRINCHEIRA 02)

Levando em consideração o mês de maior percolação, como demonstra o balanço hídrico, temos:

$$Q = \frac{P \times Acont \times K}{2.592.000}$$

onde:

Q = Vazão média do percolado em litros por segundo;

P = Precipitação média mensal (mm);

Acont: Área de contribuição da seção considerada (área da Trincheira 02 – 24.159,39 m²)

K = Coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos sólidos urbanos, K =0,15

$$Q = \frac{113,79 \times 24.159,39 \times 0,15}{2.592.000}$$

$$Q = 0,1591 \text{ l/s}$$

- Vazão de Percolado (TRINCHEIRA 03)

Levando em consideração o mês de maior percolação, como demonstra o balanço hídrico, temos:

$$Q = \frac{P \times Acont \times K}{2.592.000}$$

onde:

Q = Vazão média do percolado em litros por segundo;

P = Precipitação média mensal (mm);

Acont: Área de contribuição da seção considerada (área da Trincheira 03 – 29.406,46 m²)

K = Coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos sólidos urbanos, K =0,15

$$Q = \frac{113,79 \times 29.404,60 \times 0,15}{2.592.000}$$

$$Q = 0,1936 \text{ l/s}$$

- Vazão Média de Percolado

Fez-se necessária a estimativa da vazão média de percolado principalmente para demonstrar a Sabesp, que receberá o percolado, a quantidade estimada de chorume gerado. Para isto, foi realizado a média de excedente hídrico de 25 anos (1984 – 2008) chegando as seguintes situações:

Tabela 09 – Média de geração de chorume

Mês	Precipitação	Vazão Acumulada para o mês (m³) Trincheira 01	Vazão Acumulada para o mês (m³) Trincheira 02	Vazão Acumulada para o mês (m³) Trincheira 03
Jan	376,6	45,5686	45,5686	61,21633
Fev	330,4	39,9784	39,9784	53,70652
Mar	19,7	2,3837	2,3837	3,202235
Abr	62,1	7,5141	7,5141	10,094355
Mai	12,2	1,4762	1,4762	1,98311
Jun	60,3	7,2963	7,2963	9,801765
Jul	14,2	1,7182	1,7182	2,30821
Ago	1,4	0,1694	0,1694	0,22757
Set	68,7	8,3127	8,3127	11,167185
Out	158,3	19,1543	19,1543	25,731665
Nov	61,8	7,4778	7,4778	10,04559
Dez	199,8	24,1758	24,1758	32,47749

2.1.5 SISTEMA DE DRENAGEM DE GÁS

Baghi (1994), citado por PROSAB (2005) sugere que seja instalado um dreno para cada 7.500 m³ de resíduos.

Porém, a NBR 15849/2010 traz que a drenagem de gases deve ser executada por meio de drenos verticais com espaçamento máximo de 30 m e devem estar conectados a drenagem de percolados.

Assim, deve ser instalado a seguinte quantidade de drenos de gases:

TRINCHEIRA 01 - 16 (dezesesseis) drenos

TRINCHEIRA 02 - 16 (dezesesseis) drenos

TRINCHEIRA 03 - 23 (vinte e três) drenos

2.1.6 SISTEMA DE TRATAMENTO DE PERCOLADO

No aterro, sanitário, o chorume gerado será encaminhado por gravidade para um poço de recalque que por sua vez encaminhará o líquido para uma lagoa de acumulo.

O chorume deverá ser tratado em estação de tratamento de esgoto conforme determina o RBO - 124/2016 emitido pela Sabesp (Anexo V). O chorume será encaminhado por caminhão tanque que deverá ser adquirido pelo consórcio ou contratado por meio de licitação. Todo o solo proveniente da escavação das valas, que não forem utilizados nos processos de cobertura dos resíduos, deverão ser encaminhados para o encerramento do aterro controlado do município de Narandiba, São Paulo.

- Poço de recalque de chorume (TRINCHEIRA 01)

Será dimensionado um poço com capacidade para acumular o percolado produzido em aproximadamente 6 horas e 30 minutos. O poço servirá apenas para fazer o recalque do percolado até a lagoa de acumulo.

$$V = (0,1591 \times 23400)/1000$$

$$V = 3,72 \text{ m}^3$$

Portanto, o volume do poço de acumulação será de 3,73 m³. Levando em consideração o diâmetro de 2,00 m, se estabelece a altura útil do poço de acumulação de chorume.

$$3,72 = 3,14 \times H$$

$$H = \frac{3,72}{3,14}$$

$$H = 1,18 \text{ m,} \\ \text{aproximadamente } 1,20 \text{ m}$$

O poço de acumulo de percolado terá 2,00 m de diâmetro e altura útil em relação ao nível de descarga do lixiviado de 1,20 m.

- Dimensionamento da linha de recalque

- Cota NA mínima: 434,71 m
- Cota de chegada do recalque: 448 m
- Comprimento aproximado da Tubulação: 338,59 m
- Vazão de Recalque: 2,0 l/s
- Altura da Sucção: 6,70 m
- Altura de Recalque: 0 m

Diâmetro econômico

$$K\sqrt{Q}$$

$$1,2\sqrt{0,002} = \\ 0,05 \rightarrow 2'' \text{ (adução)} \\ 3'' \text{ (sucção)}$$

a) Perdas de carga na canalização de sucção (3")

Válvula de pé e crivo – 20,0 m de canalização
1 curva de 90° – 1,0 m de canalização
Canalização de sucção – 7 m de comprimento
Comprimento virtual – 21,7 m de canalização (Lv)

A perda de carga nessa tubulação pode ser obtida empregando-se a fórmula de Hazen-Williams (C=100)

$$J = hf/Lv \times \left(10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85}} \times D^{4,87}\right)$$

$$J = hf/21,7 \times \left(10,643 \times \frac{0,002^{1,85}}{100^{1,85}} \times 0,075^{4,87}\right)$$

$$J = 0,14 \text{ m} = hfs$$

b) Perdas de carga na canalização de adução (2")

Registro Gaveta – 0,4 m
Válvula de Retenção – 4,2 m
Canalização de recalque aproximada – 350 m
Saída de Canalização – 1,5 m
Tê – 1,1 m

Comprimento virtual – 357,2 m de canalização

A perda de carga nessa tubulação pode ser obtida empregando-se a fórmula de Hazen-Williams (C=100),

$$J = hf/Lv \times \left(10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85}} \times D^{4,87}\right)$$

$$J = hf/Lv \times \left(10,643 \times \frac{0,002^{1,85}}{100^{1,85}} \times 0,05^{4,87}\right)$$

$$J = 16,70 \text{ m} = h_{fr}$$

A altura manométrica será:

$$H_{man} = H_s + H_r + h_{fs} + h_{fr}$$

$$H_{man} = 6,70 + 0 + 0,14 + 16,70$$

$$H_{man} = 23,54 \text{ m}$$

A potência do motor pode ser dada por:

$$P = \gamma Q H_{man} / 75 \eta$$

η - rendimento global (70%)

γ – peso específico do chorume: 1.006 kg/m³ – Monteiro (1997)

$$P = 1.006 \times 0,002 \times 23,54 / 75 \times 0,70$$

$$P = 0,90 \text{ cv, aproximadamente } 1 \text{ cv}$$

Portanto, será utilizada uma bomba centrífuga a partir de um motor de 1cv de potência. Tal bomba deverá ter especificações técnicas para bombeamento de chorume e operar com motor elétrico. Quando e, se necessário, a recirculação será realizada a partir de uma tubulação flexível, (tubo em polietileno que suporte pressão mínima de 5 Kgf/cm²).

- Poço de recalque de chorume (TRINCHEIRA 02)

Será dimensionado um poço com capacidade para acumular o percolado produzido em uma hora. O poço servirá apenas para fazer o recalque do percolado até a lagoa de acumulo.

$$V = (0,1591 \times 23400)/1000$$

$$V = 3,72 \text{ m}^3$$

Portanto, o volume do poço de acumulação será de 3,73 m³. Levando em consideração o diâmetro de 2,00 m, se estabelece a altura útil do poço de acumulação de chorume.

$$3,72 = 3,14 \times H$$

$$H = \frac{3,72}{3,14}$$

$$H = 1,18 \text{ m, aproximadamente } 1,20 \text{ m}$$

O poço de acumulo de percolado terá 2,00 m de diâmetro e altura útil em relação ao nível de descarga do lixiviado de 1,20 m.

- Dimensionamento da linha de recalque

- Cota NA mínima: 434,59 m
- Cota de chegada do recalque: 448 m
- Comprimento aproximado da Tubulação: 129,69 m
- Vazão de Recalque: 2,0 l/s
- Altura da Sucção: 6,70 m
- Altura de Recalque: 0 m

Diâmetro econômico

$$K\sqrt{Q}$$

$$1,2\sqrt{0,002} =$$

0,05 → 2" (adução)
3" (sucção)

c) Perdas de carga na canalização de sucção (3")

Válvula de pé e crivo – 20,0 m de canalização

1 curva de 90° – 1,0 m de canalização

Canalização de sucção – 7 m de comprimento

Comprimento virtual – 21,7 m de canalização (Lv)

A perda de carga nessa tubulação pode ser obtida empregando-se a fórmula de Hazen-Williams (C=100)

$$J = hf/Lv \times \left(10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85}} \times D^{4,87}\right)$$

$$J = hf/21,7 \times \left(10,643 \times \frac{0,002^{1,85}}{100^{1,85}} \times 0,075^{4,87}\right)$$

$$J = 0,14 \text{ m} = hfs$$

d) Perdas de carga na canalização de adução (2")

Registro Gaveta – 0,4 m

Válvula de Retenção – 4,2 m

Canalização de recalque aproximada – 230 m

Saída de Canalização – 1,5 m

Tê – 1,1 m

Comprimento virtual – 237,2 m de canalização

A perda de carga nessa tubulação pode ser obtida empregando-se a fórmula de Hazen-Williams (C=100),

$$J = hf/Lv \times \left(10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85}} \times D^{4,87}\right)$$

$$J = hf/237,20 \times \left(10,643 \times \frac{0,002^{1,85}}{100^{1,85}} \times 0,05^{4,87}\right)$$

$$J = 11,09 \text{ hfr}$$

A altura manométrica será:

$$H_{man} = H_s + H_r + h_{fs} + h_{fr}$$

$$H_{man} = 6,70 + 0 + 0,14 + 11,09$$

$$H_{man} = 17,93 \text{ m}$$

A potência do motor pode ser dada por:

$$P = \gamma Q H_{man} / 75 \eta$$

η - rendimento global (70%)

γ - peso específico do chorume: 1.006 kg/m³ – Monteiro (1997)

$$P = 1.006 \times 0,002 \times 17,93 / 75 \times 0,70$$

$$P = 0,70 \text{ cv, aproximadamente 1 cv}$$

Portanto, será utilizada uma bomba centrífuga a partir de um motor de $\frac{3}{4}$ cv de potência. Tal bomba deverá ter especificações técnicas para bombeamento de chorume e operar com motor elétrico. Quando e, se necessário, a recirculação será realizada a partir de uma tubulação flexível, (tubo em polietileno que suporte pressão mínima de 5 Kgf/cm²).

- Poço de recalque de chorume (TRINCHEIRA 03)

Será dimensionado um poço com capacidade para acumular o percolado produzido em 6 horas e 30 minutos. O poço servirá apenas para fazer o recalque do percolado até a lagoa de acumulo.

$$V = (0,1936 \times 23400)/1000$$

$$V = 4,53 \text{ m}^3$$

Portanto, o volume do poço de acumulação será de 5,00 m³. Levando em consideração o diâmetro de 2,00 m, se estabelece a altura útil do poço de acumulação de chorume.

$$4,53 = 3,14 \times H$$

$$H = \frac{4,53}{3,14}$$

$$H = 1,44 \text{ m,} \\ \text{aproximadamente } 1,50 \text{ m}$$

O poço de acumulo de percolado terá 2,00 m de diâmetro e altura útil em relação ao nível de descarga do lixiviado de 1,50 m.

- Dimensionamento da linha de recalque

- Cota NA mínima: 434,94 m
- Cota de chegada do recalque: 448 m

- Comprimento aproximado da Tubulação: 89,32 m
- Vazão de Recalque: 2,0 l/s
- Altura da Sucção: 6,70 m
- Altura de Recalque: 0 m

Diâmetro econômico

$$K\sqrt{Q}$$

$$1,2\sqrt{0,002} = \\ 0,05 \rightarrow 2'' \text{ (adução)} \\ 3'' \text{ (sucção)}$$

e) Perdas de carga na canalização de sucção (3")

Válvula de pé e crivo – 20,0 m de canalização

1 curva de 90° – 1,0 m de canalização

Canalização de sucção – 7 m de comprimento

Comprimento virtual – 21,7 m de canalização (Lv)

A perda de carga nessa tubulação pode ser obtida empregando-se a fórmula de Hazen-Williams
(C=100)

$$J = hf/Lv \times \left(10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85}} \times D^{4,87}\right)$$

$$J = hf/21,7 \times \left(10,643 \times \frac{0,002^{1,85}}{100^{1,85}} \times 0,075^{4,87}\right)$$

$$J = 0,14 \text{ m} = hfs$$

f) Perdas de carga na canalização de adução (2")

Registro Gaveta – 0,4 m

Válvula de Retenção – 4,2 m

Canalização de recalque aproximada – 100 m

Saída de Canalização – 1,5 m

Tê – 1,1 m

Comprimento virtual – 107,2 m de canalização

A perda de carga nessa tubulação pode ser obtida empregando-se a fórmula de Hazen-Williams (C=100),

$$J = hf/Lv \times \left(10,643 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85}} \times D^{4,87}\right)$$

$$J = hf/107,20 \times \left(10,643 \times \frac{0,002^{1,85}}{100^{1,85}} \times 0,05^{4,87}\right)$$

$$J = 5,01 \text{ m} = hfr$$

A altura manométrica será:

$$Hman = Hs + Hr + hfs + hfr$$

$$Hman = 6,70 + 0 + 0,14 + 5,01$$

$$Hman = 11,85 \text{ m}$$

A potência do motor pode ser dada por:

$$P = \gamma Q Hman / 75 \eta$$

η - rendimento global (70%)

γ – peso específico do chorume: 1.006 kg/m³ – Monteiro (1997)

$$P = 1.006 \times 0,002 \times 11,85 / 75 \times 0,70$$

$$P = 0,45 \text{ cv, aproximadamente } 1 \text{ cv}$$

Portanto, será utilizada uma bomba centrífuga a partir de um motor de 1 cv de potência. Tal bomba deverá ter especificações técnicas para bombeamento de chorume e operar com motor elétrico. Quando e, se necessário, a recirculação será realizada a partir de uma tubulação flexível, (tubo em polietileno que suporte pressão mínima de 5 Kgf/cm²).

- Lagoas de Acumulo de Chorume

A lagoa de acumulo de chorume foi dimensionada em um formato trapezoidal, possuindo as seguintes dimensões, 50,00 metros de base maior, 42,34 metros de base menor, 16,80 metros de comprimento, 15,00 metros de largura e 6,00 metros de profundidade, conforme indicado em planta (prancha 10), tendo um volume total de 4.158,00 m³.

O sistema acima identificado foi dimensionado levando em consideração não só o volume de chorume produzido nas valas pelo processo de decomposição da matéria orgânica como também uma eventual chuva de alta intensidade (140 mm) que possa incidir sobre a vala que estiver em operação, caso a mesma seja executada por completo.

De acordo com o calculo efetuado pelo método suíço, no Item 2.1.4.1., o volume de chorume produzido será de aproximadamente:

- Trincheira 01 = 0,1591 l/s;
- Trincheira 02 = 0,1591 l/s;
- Trincheira 03 = 0,1936 l/s.

Portanto, o total de chorume produzido, levando em consideração as três trincheiras em operação simultânea, será de aproximadamente 0,5118 l/s, igual a 0,0005118 m³/s. Considerando que um dia possui 86.400 segundos será produzido diariamente 44,21 m³ de chorume (vide cálculos abaixo identificado).

$$\begin{array}{l} 0,0005118 \text{ m}^3 \text{ ----- } 1 \text{ s} \\ X \text{ ----- } 86.400 \text{ s} \rightarrow x = 44,21 \text{ m}^3. \end{array}$$

Considerando uma eventual chuva de alta intensidade, aproximadamente 140 mm (TR 100 anos) e a área da maior trincheira, sendo esta de 29.404,60 m², o volume de chuva incidente sobre a trincheira será de aproximadamente de 4.116,64 m³.

Desta forma, o volume projetado para a lagoa suportará o volume total de precipitação e o volume de chorume produzido nas valas. O município deverá atentar-se caso o reservatório seja preenchido em sua totalidade, para que assim o efluente seja retirado da lagoa por caminhão pipa diretamente na vala e seja encaminhado para a estação de tratamento de esgoto.

Para evitar exaustão no sistema de captação de chorume, sugere-se ao município que as trincheiras sejam executadas em etapas, tendo em vista o tempo de utilização total de cada trincheira.

Os poços de acumulo de chorume o sistema de bombeamento e a tubulação de saída da bomba até a lagoa de acumulo de chorume é projetada exclusivamente para acumulo (poço) transporte do chorume (bomba e tubulação). Caso ocorra algum colapso no sistema (grande concentração de chuvas) deverá ser locado externamente um conjunto de bombas e tubulações que auxiliem o sistema existente. Os detalhes dos poços e da lagoa de acumulo de percolado podem ser vistas nas PRANCHAS 07, 08, 09 e 10.

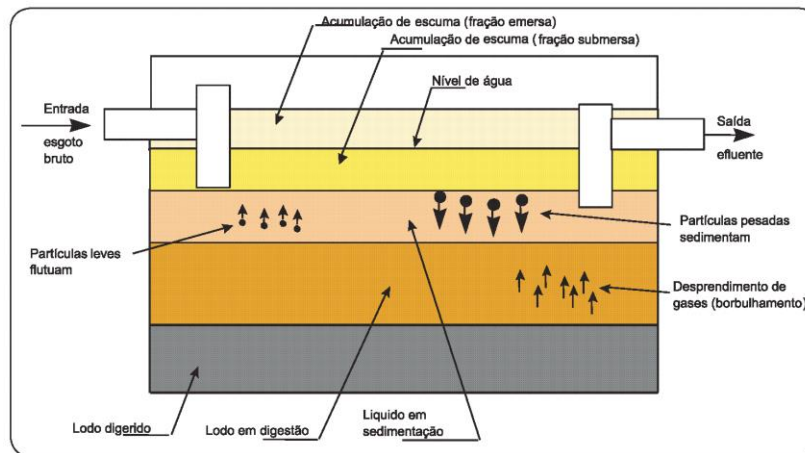
3. ESTIMATIVA DE CUSTOS DA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

Todos os cálculos referentes ao custo de implantação do aterro sanitário estão compostos no orçamento, memorial de calculo e memorial descritivo.

4. FOSSA SÉPTICA

As fossas sépticas, por definição baseada no Manual de Saneamento da Funasa (Fundação Nacional de Saúde, 2004) são câmaras fechadas com a finalidade de deter os despejos domésticos, por um período de tempo estabelecido, de modo a permitir a decantação dos sólidos e retenção do material graxo contido nos esgotos transformando-os bioquimicamente, em substâncias e compostos mais simples e estáveis.

O funcionamento da fossa séptica pode ser visualizado na figura ilustrativa a seguir.



Fonte: Manual de Saneamento – FUNASA (2004)

O funcionamento da fossa inicia pela retenção, onde o esgoto é detido por um período racionalmente estabelecido, que pode variar de 12 a 24 horas, seguido então pela decantação onde se processa uma sedimentação de 60% a 70% dos sólidos em suspensão contidos nos esgotos, formando-se o lodo. Parte dos sólidos não decantados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases são retidas na superfície livre do líquido, no interior do tanque séptico, denominados de espuma.

Prossegue então a digestão por bactérias anaeróbias, provocando uma destruição total ou parcial de organismos patogênicos, resultando em gases e líquidos e reduzindo o volume dos sólidos retidos que adquirem características estáveis capazes de permitir que o efluente líquido do tanque séptico possa ser lançado em melhores condições de segurança do que as do esgoto bruto.

Filtro anaeróbio

As bactérias anaeróbias desenvolvem-se e libertam energia na ausência do oxigênio livre, obtendo-o de vários compostos que podem por elas ser quebrados. Essa composição se processa em várias fases. Os principais produtos finais da decomposição da matéria orgânica são o gás carbônico, os ácidos orgânicos e o metano. A matéria orgânica é estabilizada por bactérias aderidas a um meio suporte (usualmente pedras) em um tanque. O tanque trabalha afogado, e o fluxo do líquido é ascendente.

Sumidouro

O efluente tratado no sistema (fossa séptica + filtro anaeróbio) segue para um poço sumidouro que tem a função de absorver e infiltrar no solo a água residuária do tratamento.

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Para fins de cálculo, será adotado **7 pessoas** (funcionários) que trabalharão tanto na operação do aterro sanitário quanto em outras funções (compostagem, balança, administrativo, etc), sendo este, o número máximo de pessoas previsto.

TESTE DE PERCOLAÇÃO

Deverá ser executado um relatório de sondagem por um profissional devidamente habilitado de forma a garantir que a permeabilidade do solo seja no mínimo 1×10^{-6} m/s. O relatório de sondagem deverá estar acompanhado de uma Anotação de Responsabilidade Técnica.

O relatório deverá conter no mínimo os seguintes conteúdos:

- Caracterização geológica regional e local;
- Determinação do coeficiente de infiltração;
- Execução das covas prismáticas;
- Metodologia utilizada – preparação para os ensaios;
- Localização das covas utilizadas para os ensaios;
- Ensaio de permeabilidade (Teste de infiltração);
- Resultados dos ensaios de permeabilidade.

Dimensionamento da Fossa Séptica

a) Segundo a ABNT – NBR 7229/93, o volume útil da fossa séptica de uma câmara pode ser calculado por:

$$V = 1000 + N (C.T + KxLf)$$

Onde:

V = volume útil, em litros;

N = número de pessoas = 7

C = contribuição dos despejos, em l/pessoa x dia = 70

T = período de detenção, em dias, segundo NBR 7229/93 = 1,0

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco, segundo NBR 7229/93 = 65

Lf = contribuição de lodo fresco, em l/pessoa x dia, segundo NBR 7229/93 = 0,3

$$V = 1000 + 7 \text{ pessoas } (70 \text{ l/pessoas.dia} \cdot 1 \text{ dia} + 65 \cdot 0,3)$$

$$V = 1.626,50 \text{ litros} \approx 1,63 \text{ m}^3$$

A profundidade útil mínima e máxima é estabelecida de acordo com o volume útil, conforme pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela - profundidade útil mínima e máxima por faixa de volume útil

Volume útil (m³)	Profundidade Útil Mínima (m)	Profundidade Útil Máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais de 10,0	1,80	2,80

Fonte: FUNASA, 2004

a) Área

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{1,63}{1,20}$$

$$A = 1,36 \text{ m}^2 \approx 1,50 \text{ m}^2$$

b) Dimensões

$$A = C \times L$$

$$2L^2 = 1,50$$

$$L^2 = \frac{1,50}{2}$$

$$L = \sqrt{0,75}$$

$$L = 0,87 \text{ m} \approx 1,00 \text{ m}$$

$$C = 2 \times L$$

$$C = 2 \times 1$$

$$C = 2,00 \text{ m}$$

Dessa forma, chegamos às seguintes dimensões para a fossa séptica:

Profundidade de 1,50 m

Largura de 1,00 m

Comprimento de 2,00 m

Dimensionamento do Filtro Anaeróbio

a) Segundo a ABNT – NBR 13969/97, o volume útil do Filtro Anaeróbio pode ser calculado por:

$$V = 1,6. N. C. T$$

Onde:

V = volume útil, em litros;

N = número de pessoas = 7

C = contribuição dos despejos, em l/pessoa x dia = 70

T = período de detenção, em dias, segundo NBR 7229/93 = 1,0

$$V = 1,6 \times 7 \times 70 \times 1,0$$

$$V = 784/1000 = 0,784 \text{ m}^3$$

A profundidade útil do leito filtrante conforme NBR já citada, incluindo a altura do fundo falso deve ser limitada a 1,20 m.

a) Área

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{0,784}{1,20}$$

$$A = 0,65 \text{ m}^2$$

b) Dimensões (filtro circular)

$$A = \pi \cdot D^2/4$$

$$0,65 = 3,14 \cdot D^2 / 4$$

$$D = 0,91 \text{ m} \approx 1,00 \text{ m}$$

Dessa forma, chegamos às seguintes dimensões para o filtro anaeróbio:

Profundidade de 1,20 m

Diâmetro de 1,00 m

Dimensionamento do sumidouro

Considerando o coeficiente de infiltração, o tipo de solo e também a vazão diária estimada em litros, dimensionou-se o sumidouro de acordo com a fórmula. Assim, a área de infiltração necessária em m² para sumidouro é calculada pela fórmula:

Af m² (área de infiltração)

Ve (volume de contribuição) = 7 x 70 = 490,00 litros

Ci (Coeficiente de infiltração) = 63,14 l/m²/dia

$$Af = \frac{Ve}{Ci}$$

$$Af = \frac{490}{63,14}$$

$$Af = 7,76 \text{ m}^2$$

Para o cálculo da profundidade do sumidouro em forma cilíndrica, usa-se a fórmula:

Diâmetro Utilizado: 1,00 m

$$Af = \pi \cdot D \cdot h$$

$$h = \frac{7,76}{3,14 \cdot 1,00}$$

h = 2,50 m

Adotar-se-á uma unidade de sumidouro para a fossa séptica dimensionada, com diâmetro de 1,00 m e profundidade mínima de 2,50 m.

O sistema adotado, conforme a NBR 13.969/1997 pode alcançar eficiência de até 75% na remoção de DBO e 70% na remoção de DQO.

Local da Obra: Rodovia Assis Chateaubriand, Km 425, Bairro Laranjeiras, Município de Pirapozinho – SP.

4. FOLHA DE ASSINATURAS

Itamar dos Santos Silva

Presidente do Consórcio Intermunicipal do Pontal do Paranapanema

Rodolfo Serraglio

Engenheiro Ambiental

Crea-SP: 5063939616

ART: 28027230190059743

Pirapozinho – SP, 29 de Janeiro de 2019.

5. REFERÊNCIAS

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed.**

APHA/AWWA/WEF. Washington, USA, 2005.

AMBIENTAL COSTA OESTE PROJETOS TÉCNICOS E CONSULTORIA LTDA.

Revisão do Projeto Executivo do Aterro Sanitário de Foz do Iguaçu – PR. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896:** aterros de resíduos não perigosos - critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8419:**

apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10007:**

Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15.495:** poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados – projeto e construção.

Rio de Janeiro, 2007.

ALFAKIT. **Kit para biogás.** Disponível em <http://www.alfakit.com.br/produtosver.html?id=21>.

Acesso em 19 de março de 2012.

BOSCOV, Maria E. G. **Geotecnia Ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos (2008).

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO PARANÁ (CEMA – PR).

Resolução CEMA 086/2013 - **Estabelece diretrizes e critérios orientadores para o licenciamento e outorga, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários, visando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e dá outras providências.** Curitiba (2013).

GOOGLE. **Software Google Earth**. 2011.

IPT/CEMPRE. **Lixo municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2.ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

MEINERZ, C. C. **Estudo de caso para recuperação paisagística do aterro sanitário de Toledo – PR**. 2009.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA TEREZINHA DE ITAIPU. **Plano para Gestão dos Recursos Hídricos**. 2009.

PROSAB. Resíduos Sólidos Urbanos: **Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte**. Rio de Janeiro: PROSAB, 2005

UPB (UNIÃO DOS MUNICÍPIOS DA BAHIA). **Aterros Sanitários Simplificados**. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – GRUPO DE PESQUISA EM RECURSOS HÍDRICOS. **Software Canal**. 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – GRUPO DE PESQUISA EM RECURSOS HÍDRICOS. **Software Pluvio 2.1**. 2000.

VILLELA, Swami M. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo. 1975

ANEXO I – ARTs

ANEXO II – Anexo X da Resolução CEMA PR 086/2013

ANEXO IV – Estudo Geológico e Geotécnico da Área

ANEXO IV – RBO – 124/2016 SABESP